

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID  
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR  
GRADO EN INGENIERÍA INFORMÁTICA

# DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL PROCESO DE DISEÑO

d.Link

Guillermo Sánchez-Valdepeñas Puente

David Díez Cebollero

9 de Julio de 2015

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL  
PROCESO DE DISEÑO

---

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

**Título:** Desarrollo de un herramienta para vincular espacios físicos y virtuales en el proceso de diseño

**Autor:** Guillermo Sánchez-Valdepeñas Puente

**Director:** David Díez Cebollero

## EL TRIBUNAL

**Presidente:** RICARDO ALER MUR

**Vocal:** ASCENSION GALLARDO ANTOLÍN

**Secretario:** SARA TENA GARCÍA

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL  
PROCESO DE DISEÑO

---

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Realizado el acto de defensa y lectura del Trabajo Fin de Grado el día 9 de Julio de 2015 en Leganés, en la Escuela Politécnica Superior de la Universidad Carlos III de Madrid, acuerda otorgarle la CALIFICACIÓN de

VOCAL

SECRETARIO

PRESIDENTE

## Agradecimientos

---

Llegados a este momento termina una etapa pero comienza otra nueva. Con esta etapa dejo atrás unos años que nunca voy a olvidar, en la que he aprendido muchas cosas, y en las que empiezo a ver el comienzo del camino que me queda por andar. Todos estos años han estado llenos de esfuerzo no solo mío sino de muchas gente a la que no puedo dejar de agradecerse.

A todos los que componen mi familia. En particular a mis padres de los que sin ellos nada de esto habría pasado, y que siempre me han dejado elegir el camino en el comenzar a andar. A todos mis tíos que han hecho de hermano mayor y tantas veces me han aguantado. A los que me descubrieron el mundo de la electrónica de pequeño y gracias a los cuales he guiado mi vida.

A todos mis amigos y compañeros que han caminado conmigo y que tanto esfuerzo hemos compartido, con los que las anécdotas nunca paran. Borja, Luis, Manu, Sander, Víctor, Adrián, David, Sergio, Chema, Chuvi, Bea, Jose. Cuando os veáis aquí reflejados cada uno puede entender el por qué.

A Ana, que nos hemos visto ser niños, conductores, trabajadores, animadores, luchadores... pero ante todo que siempre has estado y estarás para lo que haga falta.

A Noelia que aún siendo una sola persona ha hecho el papel de muchas, pero lo más importante que llegó para quedarse.

Y a todos aquellos que sabéis que aunque no estéis aquí alguna vez conté, contasteis o contareis conmigo.

GRACIAS.

---

## Resumen

---

En la actualidad vivimos en un mundo cada vez más conectado, todo lo podemos medir, compartir y guardar, nos encontramos ante el llamado mundo del internet de las cosas (IoT). Día a día es habitual que la gente disponga de teléfonos que cuenten con conexión a internet. Elementos de nuestra vida cotidiana empiezan a estar conectados e identificados, gracias a esto el usuario obtiene una mayor gestión y control sobre estos.

La aplicación d.Link nace como una solución con la que poder vincular objetos físicos con objetos virtuales en el proceso de diseño. Cuando se aborda un proceso de diseño, existe un volumen muy importante de información relativa a cada representación de diseño, que no es posible dejar constancia cuando se plasma en un medio físico, como puede ser un folio de papel. Debido a ello, el objetivo de este proyecto es poder crear una herramienta con la que poder disponer de toda información que no tiene espacio dentro del folio, de manera virtual. De esta manera podremos vincular la información guardada en un espacio virtual al espacio físico representado por el folio.

El presente proyecto describe el proceso seguido para el desarrollo de un prototipo de una aplicación Android que permita vincular objetos físicos, como pueden ser diagramas representados un folio, con espacios virtuales basándose en los conceptos de Objeto Hyperlinking.

A fin de establecer unas bases sólidas para el desarrollo, el prototipo sigue una serie de requisitos. Entre los mismos, destaca la utilización de filosofías de diseño actuales que permitan garantizar aspectos como la accesibilidad y la usabilidad. Por último, respecto a los detalles de implementación, otro requisito establecido ha sido la separación completa de contenido y estilo, con la meta de obtener una mejor separación de las partes que se compone de la aplicación.

## Abstract

---

Nowdays we live in a linked world, everything could be measured, shared and saved. We could say that we are in a world called “*internet of things*” (IoT). Day by day is common that people use smartphones. Elements of our daily life begin to be linked and identified. Because of this, users get more management and control over these elements.

d.Link app, was born as a solution in which we can link physical objects with virtual objects during the design process. When a design process is approached, it's created a very important volume of information related to each design representation, that it's not possible to record in a physical medium as could be on paper. Due to this, the target of this Project is to develop a tool in which you could have all the information in a virtual way, that does not have placed in paper. Thereby we could link the saved information in a virtual space into physical space represented in a paper.

This Project explains the process followed for the development of the prototype in an Android app that it allows to link physical objects, as could be diagrams placed in a paper, with virtual spaces based on *Object Hyperlinking* concept.

In order to establish solid bases for the development, the prototype follows certain requirements. Therebetween it highlights the use of current design philosophies that guarantee issues as accesibility and usability. Finally, with regard to details implementation, another established requirement has been the whole division of the content and style, with the target to get a better separation of the application parts.





## Índice de contenidos

Resumen.....	6
Abstract .....	7
Índice de contenidos .....	9
Índice de figuras .....	11
Índice de tablas .....	13
Glosario de términos.....	19
1 Introducción.....	20
1.1 Definición del problema .....	20
1.2 Objetivos.....	21
1.3 Fases del desarrollo .....	22
1.4 Estructura de la memoria .....	22
2 El estado de la cuestión .....	24
2.1 Etiquetado en Object Hyperlinking .....	24
2.2 Códigos 2D .....	28
2.3 Librerías QR.....	31
3 Gestión de proyecto software .....	34
3.1 Alcance del proyecto .....	34
3.2 Plan de trabajo.....	43
3.3 Gestión de riesgos .....	47
4 Solución .....	59
4.1 Descripción de la solución .....	59
4.2 El proceso de desarrollo .....	59

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL  
PROCESO DE DISEÑO

---

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

5	Evaluación.....	84
5.1	Proceso de evaluación.....	84
5.2	Análisis de resultados.....	87
6	Conclusión .....	89
6.1	Aportaciones realizadas.....	89
6.2	Trabajos futuros.....	89
6.3	Problemas encontrados.....	90
6.4	Opiniones personales .....	90
7	Bibliografía.....	92
	Anexo I. Control de versiones .....	95
	Anexo II. Seguimiento de proyecto fin de carrera .....	96
	Anexo III. Especificación de requisitos .....	98
	Anexo IV. Especificación de casos de uso .....	111
	Anexo V. Especificación de casos de prueba.....	117

## Índice de figuras

Ilustración 1: Ejemplo código 1D.....	25
Ilustración 2: Ejemplo código 2D.....	25
Ilustración 3: Etiqueta RFID.....	25
Ilustración 4: Escaneo códigos QR en Europa [8].....	30
Ilustración 5: Estructura código QR.....	31
Ilustración 6: Organigrama equipo de trabajo.....	35
Ilustración 7: Planificación diagrama de Gantt .....	46
Ilustración 8: User journey día laboral .....	62
Ilustración 9: Modelo Vista Controlador .....	72
Ilustración 10: Modelo de datos conceptual.....	74
Ilustración 11: Modelos de datos físico .....	75
Ilustración 12: Wireframe iteración 1: login, opciones escaneo proyecto y opciones del proyecto.....	76
Ilustración 13: Wireframe iteración 1: equipo, reuniones y comentarios/versión.....	77
Ilustración 14: Wireframe iteración 1: historial de versiones e info. proyecto .....	77
Ilustración 15: Iteración 2 implementación: Login, opciones de escaneo proyecto y opciones del proyecto .....	78
Ilustración 16: Iteración 2 implementación: equipo, reuniones y comentarios/versión.....	79
Ilustración 17: Iteración 2 implementación: información proyecto e historial versiones .....	79
Ilustración 18: Iteración 3 implementación: Material Design (reuniones e información).....	80

Ilustración 19: Iteración 3 implementación: interfaz escaneo QR.....	81
Ilustración 20: Entorno desarrollo Eclipse .....	82
Ilustración 21: Gestor BBDD phpMyAdmin proporcionado por XAMPP.....	83
Ilustración 22: Gantt - Planificación inicial .....	96
Ilustración 23: Gantt - Planificación real .....	97

## Índice de tablas

Tabla 1: Comparación sist. Etiquetado.....	27
Tabla 2: Códigos 2D.....	29
Tabla 3: Comparativa de librerías QR.....	32
Tabla 4: Distribución de tareas, recursos y dedicación.....	36
Tabla 5: Retribuciones brutas mensuales del personal. ....	37
Tabla 6: Bases de cotización 2014.....	38
Tabla 7: Tipos de cotización 2014 .....	38
Tabla 8: Cuotas cotización personal.....	39
Tabla 9: Coste final personal .....	40
Tabla 10: Costes de equipamiento.....	40
Tabla 11: Costes de infraestructura .....	41
Tabla 12: Coste asociado al proyecto.....	41
Tabla 13: Margen de beneficio .....	42
Tabla 14: Margen de riesgo.....	42
Tabla 15: Coste total del proyecto .....	42
Tabla 16: Estimación de tareas .....	44
Tabla 17: Planificación de tareas.....	45
Tabla 18: Fuentes de riesgo .....	47
Tabla 19: Plantilla riesgos.....	48

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL  
PROCESO DE DISEÑO

---

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Tabla 20: Riesgo R-01 .....	48
Tabla 21: Riesgo R-02 .....	49
Tabla 22: Riesgo R-03 .....	49
Tabla 23: Riesgo R-04 .....	49
Tabla 24: Riesgo R-05 .....	50
Tabla 25: Riesgo R-06 .....	50
Tabla 26: Riesgo R-07 .....	50
Tabla 27: Riesgo R-08 .....	51
Tabla 28: Riesgo R-09 .....	51
Tabla 29: Riesgo 10 .....	52
Tabla 30: Riesgo R-11 .....	52
Tabla 31: Plan contingencia Riesgo-01.....	53
Tabla 32: Plan de contingencia Riesgo-02.....	53
Tabla 33: Plan de contingencia Riesgo-03.....	54
Tabla 34: Plan de contingencia Riesgo-04.....	54
Tabla 35: Plan de contingencia Riesgo-05.....	55
Tabla 36: Plan de contingencia Riesgo-06.....	55
Tabla 37: Plan de contingencia Riesgo-07.....	56
Tabla 38: Plan de contingencia Riesgo-08.....	56
Tabla 39: Plan de contingencia Riesgo-09.....	57
Tabla 40: Plan de contingencia Riesgo-10.....	57
Tabla 41: plan de contingencia Riesgo-11.....	58

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL  
PROCESO DE DISEÑO

---

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Tabla 42: Escenario #1.....	64
Tabla 43: Escenario #3.....	65
Tabla 44: Escenario #4.....	65
Tabla 45: Escenario #5.....	66
Tabla 46: Campos definición requisitos .....	67
Tabla 47: Especificación casos de uso .....	69
Tabla 48: Plantilla caso de prueba .....	85
Tabla 49: Matriz de trazabilidad de casos de prueba .....	87
Tabla 50: Resultados casos de prueba .....	88
Tabla 51: RF-01.....	98
Tabla 52: RF-02.....	98
Tabla 53: RF-03.....	99
Tabla 54: RF-04.....	99
Tabla 55: RF-05.....	99
Tabla 56: RF-06.....	100
Tabla 57: RF-07.....	100
Tabla 58: RF-08.....	101
Tabla 59: RF-09.....	101
Tabla 60: RF-10.....	101
Tabla 61: RF-11.....	102
Tabla 62: RF-12.....	102
Tabla 63: RF-13.....	102

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL  
PROCESO DE DISEÑO

---

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Tabla 64: RF-14.....	103
Tabla 65: RF-15.....	103
Tabla 66: RF-16.....	104
Tabla 67: Rf-17 .....	104
Tabla 68: RF-18.....	104
Tabla 69: RF-19.....	105
Tabla 70: RF-20.....	105
Tabla 71: RNF-01 .....	106
Tabla 72: RNF-02 .....	106
Tabla 73: RNF-03 .....	106
Tabla 74: RNF-04 .....	107
Tabla 75: RNF-05 .....	107
Tabla 76: RNF-06 .....	107
Tabla 77: RNF-07 .....	108
Tabla 78: RNF-08 .....	108
Tabla 79: RNF-09 .....	109
Tabla 80: RNF-10 .....	109
Tabla 81: RNF-11 .....	109
Tabla 82: RNF-12 .....	110
Tabla 83: RNF-13 .....	110
Tabla 84: CU-01 .....	111
Tabla 85: CU-02 .....	111



DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL  
PROCESO DE DISEÑO

---

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Tabla 86: CU-03 .....	112
Tabla 87: CU-05 .....	113
Tabla 88: CU-06 .....	113
Tabla 89: CU-07 .....	114
Tabla 90: CU-08 .....	114
Tabla 91: CU-09 .....	115
Tabla 92: CU-10 .....	115
Tabla 93: CU-11 .....	116
Tabla 94: CU-12 .....	116
Tabla 95: CU-13 .....	116
Tabla 96: CP-01.....	117
Tabla 97: CP-02.....	117
Tabla 98: CP-03.....	118
Tabla 99: CP-04.....	118
Tabla 100: CP-05.....	119
Tabla 101: CP-06.....	119
Tabla 102: CP-07.....	120
Tabla 103: CP-08.....	120
Tabla 104: CP-09.....	121
Tabla 105: CP-11.....	121
Tabla 106: CP-11.....	121
Tabla 107: CP-12.....	122

Tabla 108: CP-13.....	122
-----------------------	-----

## Glosario de términos

---

- **Android:** sistema operativo basado en el kernel de Linux diseñado principalmente para dispositivos móviles con pantalla táctil, como teléfonos inteligentes o tabletas.
- **ASCII:** código de caracteres basado en el alfabeto latino, tal como se usa en inglés moderno y en otras lenguas occidentales.
- **BOE:** Boletín Oficial del Estado es el diario oficial del Estado español dedicado a la publicación de determinadas leyes, disposiciones y actos de inserción obligatoria.
- **Byte:** unidad de información utilizada como un múltiplo del bit. Generalmente equivale a 8 bits.
- **Código QR:** matriz en dos dimensiones formada por una serie de cuadrados negros sobre fondo blanco. Esta matriz es leída por un lector específico (Lector de QR) en un dispositivo móvil y nos muestra la información asociada al código QR.
- **GPS:** permite determinar en todo el mundo la posición de un objeto, una persona o un vehículo con una precisión hasta de centímetros (aunque lo habitual son unos pocos metros de precisión).
- **Groupon:** sitio web de ofertas del día que presenta cupones de descuentos utilizables en compañías locales y nacionales.
- **IDE:** Ambiente de desarrollo interactivo o Entorno de desarrollo integrado es una aplicación de software, que proporciona servicios integrales para facilitarle al programador de computadora el desarrollo de software.
- **Kana:** término que describe a los silabarios japoneses.
- **Kanji:** sinogramas utilizados en la escritura de la lengua japonesa.
- **Mokup:** modelo a escala o tamaño real de un diseño o un dispositivo, utilizado para la demostración, evaluación del diseño, promoción, y para otros fines
- **KB:** unidad de almacenamiento de información que equivale a 1024 (mil) bytes.
- **NFC:** (Near field communication) tecnología de comunicación inalámbrica, de corto alcance y alta frecuencia que permite el intercambio de datos entre dispositivos.
- **RFID:** Sistema de almacenamiento y recuperación de datos remoto que usa dispositivos denominados etiquetas, tarjetas, transpondedores o tags RFID.
- **Smartphone:** teléfono móvil construido sobre una plataforma informática móvil, con una mayor capacidad de almacenar datos y realizar actividades semejantes a una minicomputadora, y con una mayor conectividad que un teléfono móvil convencional.
- **URL:** siglas de Uniform Resource Locator (“Localizador de Recursos Uniformes”), es una cadena de caracteres con la cual se asigna una dirección única a cada uno de los recursos de información disponibles en Internet.

## 1 Introducción

---

Según Bernd Löbach [1], el proceso de diseño se define como el conjunto de posibles relaciones entre el diseñador y el objeto diseñado para que éste resulte un producto reproducible tecnológicamente. En todo diseño hay una parte creativa, en la que se busca relaciones novedosas basadas en conocimientos y experiencias anteriores, y una parte relativa a los procedimientos de solución de problemas. Si juntamos las dos partes obtenemos como resultado una enorme combinación de posibles soluciones diferentes.

En la actualidad cada vez más, la tecnología juega un papel fundamental en el diseño. En concreto, resulta fundamental para poder tener la mayor disponibilidad posible de toda la información acumulada en el proceso de diseño independientemente del lugar y el momento en el que te encuentres. Por otro lado, la disponibilidad de esa información va ligada a la persistencia, otro factor en el cual la tecnología sirve de gran ayuda y aporta soluciones que hacen que se pueda mantener toda la información de manera ordenada.

### 1.1 Definición del problema

---

Con el objetivo de situarse en el contexto en el que se va a diseñar la solución y la problemática que quiere resolver, se va a reseñar el concepto de Object Hyperlinking.

Con la finalidad de comprender qué es el Object Hyperlinking, se hace referencia al que muchos definen como el *“Internet de las cosas”*, propuesto por Kevin Ashton [2] en 1999, en el que se defiende que todas las cosas del mundo estén conectadas a internet. Hoy en día, gran cantidad de los objetos cotidianos que se usan están conectados a internet, móviles, tablets, televisores... pero el *internet de las cosas* es un mundo mucho mayor. Por ejemplo, un agricultor necesita saber en todo momento el estado de sus tierras, nivel de agua, acidez, horas de luz... Si todos estos datos fueran monitorizados sobre una plataforma online, de manera que el agricultor pudiera acceder incluso en tiempo real, supondría una gran ventaja para este campo en concreto. Pero ejemplos como este, pueden ser extrapolados a otros campos y aplicaciones de la vida.

Ahora vamos un poco más allá, siguiendo con el ejemplo del agricultor, si todos los agricultores “conectaran sus tierras” a internet. Se podría crear una base de datos, donde volcar todos los datos extraídos de cada una de las diferentes tierras, pudiendo así comprobar la evolución del crecimiento en las diferentes zonas del territorio, poder ver y prevenir plagas... Todo esto, formaría parte del *internet de las cosas*, donde cosas que nos rodean pasarían a estar permanentemente conectadas. En la actualidad, la empresa estadounidense CISCO [3] es una de las empresas que está desarrollando en gran medida la iniciativa del *internet de las cosas*.

Después de conocer mejor en qué consiste el *internet de las cosas*, se va a intentar aplicar a los procesos de diseño. En un proceso de diseño, según avanza el desarrollo se genera un

conocimiento donde a mayor volumen, mayor dificultad hay para acceder a este, ya sea por pérdida, falta de organización, disponibilidad... Es por ello que no se puede acceder a él en todo momento o lugar, tanto para hacer una consulta como para trabajar en su avance.

Por otro lado, las limitaciones físicas también suponen una gran barrera, a la hora de plasmar de manera física el conocimiento, la norma general suele ser el uso de papel, más en concreto, el comúnmente conocido como folio (DIN A4). Este formato con sus 21x29 cm, tiene simplemente esa, y nada más que esa superficie para poder reflejar la información, muchas veces insuficiente, sobre todo si se trata de temas como diagramas. Si se desea añadir más información, hay que aumentar la superficie de impresión, lo que se traduce mayor número de folios, con la respectiva labor de gestión y organización que conlleva. Todos estos problemas que se generan en el proceso de diseño, siempre desencadenan retrasos en el proceso de diseño y por norma general una molestia por parte del cliente.

De la necesidad de poder **disponer de la información** necesaria a la hora de involucrarse en un proceso de diseño, todo ello de **manera ordenada** y con la **mayor disponibilidad** posible, ambos conceptos muy basados en *“el internet de las cosas”* y de la mano de la filosofía Object Hyperlinking, nace **d.Link**.

## 1.2 Objetivos

---

Motivado por el problema expuesto en el apartado anterior, este proyecto tiene como objetivo desarrollar una herramienta que permita conectar los espacios físicos de una representación del diseño, con espacios virtuales asociados a estos mismos. En concreto, la herramienta debe permitir el acceso estructurado a la información asociada al conocimiento del diseño que no tiene cabida dentro del espacio físico, sin importar el momento y el lugar. Simplemente con disponer de una conexión a internet y un Smartphone, se puede acceder a una gran cantidad de información complementaria de cada una de las posibles soluciones del diseño.

Para lograr este objetivo, se deberá utilizar un sistema de etiquetado para los espacios físicos, con la finalidad de poder asociarlos con sus respectivos espacios virtuales. Aquí es donde entra en juego el concepto de Object Hyperlinking, que sugiere ampliar el ámbito de internet más allá de lo electrónico, haciendo que objetos físicos tengan etiquetas que al ser leídas lleven al usuario al espacio virtual (internet) que representa a dicho objeto. Actualmente existen muchos sistemas de etiquetado, códigos QR, etiquetas por contacto (NFC), a base de localización geográfica... Para este proyecto se debe buscar un sistema que sea lo menos invasivo posible con el medio físico que se va a etiquetar, intentando que no se requiera de tecnologías adicionales a las que cualquier usuario de un Smartphone pueda disponer.

Consiguiendo lograr todo lo descrito con anterioridad, se podrá disponer de una herramienta que nos permita obtener, visualizar y gestionar los recursos del conocimiento del diseño. De esta manera se podrá complementar la información representada en el espacio físico, generando una

mejor visión del conjunto global del conocimiento.

### 1.3 Fases del desarrollo

---

En este apartado se presentan las cuatro fases en los que está dividido el desarrollo de este proyecto.

- **Situación actual y estudio del problema.** El sistema a desarrollar consiste en una herramienta que conecte espacios físicos con los espacios virtuales. Por ello, en la primera fase se realiza un estudio de las situaciones en las que el producto aplica y se obtiene las necesidades que debe cubrir el nuevo producto a implementar. A partir de esas necesidades, se comienza con la búsqueda de alternativas tecnológicas que permitan definir la viabilidad del sistema.
- **Solución.** Esta fase se centra en la creación de un sistema que cubra las necesidades expuestas en el estudio del problema. Incluye tres etapas: **análisis**, **diseño** e **implementación**. Durante la etapa de **análisis** se definen los requisitos que van a marcar el desarrollo del producto. A lo largo del diseño se presenta la arquitectura y las interfaces del sistema. Esta etapa define lo que se va a desarrollar durante la etapa de implementación de la solución. La etapa de **implementación** define el proceso de desarrollo de software y el despliegue de servicios necesarios para aplicación.
- **Evaluación.** La fase de evaluación permite demostrar la validez de la solución desarrollada.

### 1.4 Estructura de la memoria

---

El presente documento recoge la memoria del Trabajo Fin de Grado en Ingeniería Informática titulado “DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL PROCESO DE DISEÑO”. Se encuentra estructurado en siete capítulos y cinco anexos:

**Capítulo 1: Introducción.** A lo largo de este capítulo se recoge una visión general del proyecto, el problema planteado, los objetivos a conseguir con cada una de sus fases y la estructura de la documentación.

**Capítulo 2: Estado de la cuestión.** En este capítulo y con el objetivo de contextualizar se realiza una revisión de las posibles soluciones y tecnologías a utilizar para la creación del producto presentando una comparación entre ellas. Para finalizar el estado de la cuestión, se expone un pequeño resumen en el que se muestran las tecnologías con las que se va a abordar el proyecto.

**Capítulo 3: Gestión del proyecto software.** En esta sección del documento se presentan las

estimaciones, planificaciones y costes asociados al proyecto.

**Capítulo 4: Solución.** A lo largo de este capítulo se expone la solución del problema. Para ello se comienza con una descripción general de la solución. A continuación, se detalla el proceso de desarrollo dividido en tres partes fundamentales: análisis, diseño e implementación.

**Capítulo 5: Evaluación.** En este apartado se define el proceso de evaluación del sistema. Contiene la creación de un plan de pruebas, la definición de los casos de pruebas y el análisis de los resultados obtenidos.

**Capítulo 6: Conclusión.** En este capítulo se exponen las conclusiones del proyecto. Estas conclusiones incluyen las aportaciones realizadas, los problemas encontrados, una recomendación sobre trabajos futuros asociados al proyecto y la opinión personal del autor.

**Capítulo 7: Bibliografía.** Se incluyen las referencias utilizadas para la redacción de este documento siguiendo el formato de cita proporcionado por el IEEE1.

Además, el documento cuenta con los siguientes cinco anexos:

**Anexo I: Control de versiones.** En el primer anexo se recoge el control de versiones de este documento. Contiene la versión del documento, la fecha y una pequeña descripción.

**Anexo II: Seguimiento de Trabajo Fin de Grado.** En este anexo se encuentra el seguimiento del proyecto. Se presenta la planificación inicial y la planificación final del proyecto.

**Anexo III: Especificación de requisitos.** A lo largo de este anexo se presenta la especificación de requisitos del proyecto.

**Anexo IV: Especificación de casos de uso.** A lo largo de este anexo se especifican los casos de uso del proyecto.

**Anexo V: Especificación de casos de prueba.** En este anexo se muestran los cuestionarios de evaluación utilizados, para evaluar el producto.

---

## 2 El estado de la cuestión

---

El concepto de **Object Hyperlinking** (también denominado “*phylinking*”), se considera una ampliación de lo que se conoce como “internet de las cosas” (Internet of the things). El principal objetivo dentro de Object Hyperlinking es **poder vincular objetos o lugares de la vida real** (lugares, carteles, envases, etc.) **con internet**, de tal manera que se pueda tener información relativa a cada uno de los objetos físicos dentro del mundo virtual, con el fin de facilitar la ejecución de una tarea.

A lo largo de este apartado, se van a mostrar los distintos tipos de etiquetas existentes en la actualidad capaces de vincular objetos de la vida real con internet, y así asistir la idea de Object Hyperlinking. Se prestará una especial atención a los códigos de dos dimensiones, y más en concreto a los códigos QR. De estos últimos, estudiaremos sus más en detalle sus características y como soportar su lectura y escritura.

---

### 2.1 Etiquetado en Object Hyperlinking

---

Para desarrollar el vínculo de los objetos físicos con el mundo virtual que propone Object Hyperlinking es necesario contar con un sistema de etiquetado que identifique al objeto o lugar físico y, mediante una URL, lo conecte al mundo virtual. A través esta URL se podrá extender la información y propiedades del objeto físico. Existen diferentes sistema para realizar el etiquetado anteriormente mencionado, entre ellas destacan:

- **Etiquetas gráficas:** esta técnica se compone de imágenes que muestran al usuario información codificada para que mediante su dispositivo pueda ser decodificada. Dentro de las etiquetas gráficas existen diferentes tipos, cada uno de ellos con sus propias normas, límite de datos, y licencias. Pero todas ellas comparten que se basan en un **código** que se pueden ser leídas por dispositivo portátil que las convierte en información. Principalmente existen **dos clases**: los códigos de una dimensión (**códigos 1D**) y los de dos dimensiones (**códigos 2D**). Existen diferentes tipos de códigos dentro de cada clase. Un ejemplo de código de una dimensión puede ser el código de barras que llevan la gran mayoría de los artículos de un supermercado, y que se identifica de manera unívoca al producto. Por otro lado, un ejemplo de código de dos dimensiones puede ser un código QR, muy presente en la sociedad. Se puede ver que etiquetas de este tipo aparecen constantemente en envases, periódicos, paradas de autobús, publicidad o televisión, con la finalidad de proporcionar información al usuario de una manera cómoda y fácil. En la actualidad, los **códigos QR** es una **etiqueta gráfica que ha experimentado un gran crecimiento** en los últimos años





Ilustración 1: Ejemplo código 1D



Ilustración 2: Ejemplo código 2D

- **RFID:** la etiqueta está compuesta por un pequeño transpondedor, que permite la lectura por el dispositivo receptor mediante ondas de radio. Se suelen presentar en forma de pegatina y poseen la ventaja tecnológica de tener memoria interna, que varía entre decenas y miles de bytes (según modelos). Esta memoria, almacena los datos identificativos que luego visualiza el lector.

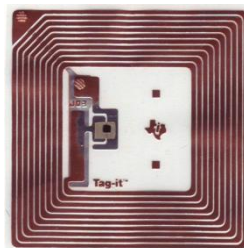


Ilustración 3: Etiqueta RFID

Para que la lectura sea correcta, se requiere que el usuario tenga acceso a un receptor de RFID y estar dentro del radio de alcance. Existen dos tipos de etiquetas RFID: activas y pasivas. Las etiquetas pasivas, no requieren de ningún tipo de alimentación externa y solo se activan cuando un lector se encuentra cerca del radio de actuación, el cual le suministra la energía necesaria a la etiqueta para emitir la respuesta.

Por otro lado, las etiquetas activas, si requieren de energía externa lo que les hace más efectivas a distancias mayores. Este tipo de etiquetas pueden incorporar sensores (temperatura, humedad, luz, etc.) para monitorizar datos que luego serán volcados al lector. Esta tecnología puede ser muy útil en bibliotecas mediante el etiquetado todos los libros, de manera que el usuario desde un dispositivo lector, podría ver toda la información relativa al libro en cuestión de segundos.

- **Geolocalización:** este sistema de etiquetado no existe la etiqueta física como sucede en los dos casos anteriores, sino que se basa en localizaciones geográficas usando el Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Esta técnica, es de gran utilidad con el auge que se está experimentando en el campo de los Smartphone, ya que la gran mayoría incorporan una antena GPS, con la que poder determinar la localización. Cuando el usuario, en posesión de un Smartphone, está cerca de un lugar que posee un interés particular para el usuario, el teléfono puede ofrecer información complementaria, en relación a la posición geográfica obtenida a través del sistema GPS incorporado en el teléfono.

Algunas aplicaciones de descuentos conocidas como Groupon<sup>1</sup>, usan esta modalidad para informar al usuario de posibles descuentos que puede disfrutar cerca de donde se encuentra.

Una vez presentados los diferentes sistemas de etiquetado para soportar el concepto de Object Hyperlinking, se ha llevado a cabo una comparativa de las características de los mismos (ver Tabla 2). En concreto, las características a evaluar son las siguientes:

- **Uso sin conexión:** ausencia de la necesidad de establecer una conexión (ya sea por proximidad para RFID como GPS para geolocalización) para beneficiarse del uso del sistema de etiquetado.
- **Simple para usuario:** capacidad para que un usuario sin conocimientos técnicos pueda usar dicha tecnología.
- **Bajo consumo:** referente al bajo consumo de recursos del móvil, lo que se traduce en un menor gasto de batería del dispositivo.
- **No requiere instalación:** necesidad de tener que hacer una instalación previa en el medio que se va a utilizar el sistema de etiquetado (chips en el caso de RFID, pegatinas con el código impreso en el caso de etiquetas gráficas).
- **El usuario NO requiere terminal adicional:** ausencia de la necesidad de disponer de un periférico adicional externo al móvil para poder usar el sistema de etiquetado.
- **Coste:** cantidad económica que supone implantar el sistema de etiquetado (precio/etiqueta).
- **Uso extendido:** cantidad de móviles en el mercado que implantan la tecnología necesaria para poder usar el sistema de etiquetado.
- **Capacidad:** cantidad de memoria interna capaz de almacenar la etiqueta por sí misma.

La comparativa se lleva a cabo sobre un supuesto Smartphone ficticio, cuyas especificaciones técnicas serían las mismas que tuvieran en común los siguientes dispositivos móviles: Apple iPhone 5S y Samsung Galaxy S4, teléfonos referentes del año 2013 [4] con sistema operativo iOS y Android, respectivamente.

---

<sup>1</sup> Fuente: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.groupon&hl=es>

Propiedad	RFID	Geolocalización (GPS)	Etiquetas gráficas
Uso sin conexión	✗	✗	✓
Simple para usuario	✓	✓	✓
Bajo consumo	✓	✗	✓
No requiere instalación	✗	✓	✗
El usuario NO requiere terminal adicional	✗	✓	✓
Coste	Alto	Bajo	Bajo
Uso extendido	Bajo	Alto	Alto
Capacidad	1bit - 1Mb	-	1 bit - 3KB

Tabla 1: Comparación sist. Etiquetado

Vistas las posibles alternativas tecnológicas de etiquetado, el uso de etiquetas de geolocalización no parece una solución aplicable al proyecto descrito en este documento. No nos encontramos ante un escenario en el que la vinculación entre el objeto físico y el mundo virtual pueda venir dada por la posición geográfica del primero. Por ello, esta primera alternativa de etiquetado queda descartada dada la naturaleza del proyecto a desarrollar..

Continuando con el análisis, y teniendo en cuenta que la vinculación de nuestro objeto con el mundo virtual (Object Hyperlinking) va a ser “tangible” entre usuario y objeto, tenemos dos tecnologías que pueden ajustarse a nuestro proyecto (RFID y etiquetas gráficas).

Con este proyecto, se pretende que la aplicación pueda llegar al mayor número de personas. Por ello, resultaría conveniente utilizar una **tecnología de uso extendido y bajo coste**. De igual forma, para nuestro proyecto **no se requiere** que el etiquetado tenga una **gran capacidad de almacenamiento**, ya que solo va a contener un identificador, que viene dado por una cadena de caracteres. Dados estos requisitos, se descarta el uso de la tecnología RFID por su coste elevado y

gran capacidad de almacenamiento. Además, hasta la fecha, las librerías existentes para el uso de la tecnología RFID no tienen tanta variedad y revisiones como tienen las librerías de etiquetas gráficas. Es por ello que usar tecnologías de RFID supondría una mayor dificultad de desarrollo.

Tras el estudio de las diferentes alternativas para la realización del **proyecto**, parece que la **tecnología más adecuada** dadas las características del mismo, e intentando ajustar el coste a las necesidades, sería el **etiquetado gráfico**, que ofrece una tecnología de uso extendido, bajo coste y baja capacidad de almacenamiento. Así mismo, existen un gran número de librerías para el uso de etiquetas graficas, con múltiples revisiones que facilitarían el desarrollo de la aplicación.

Todas estas características convergen en que el usuario final pueda hacer uso de la aplicación simplemente con el uso de la cámara de su Smartphone, sin ser necesario un lector adicional.

## 2.2 Códigos 2D

---

Desde hace años los códigos de barras de una dimensión han estado muy presentes en nuestra vida, revolucionando procesos de producción, seguimiento y mantenimiento. Hoy en día los **códigos de dos dimensiones** o códigos 2D, están siendo objeto de grandes innovaciones debido a los avances tecnológicos de lectura y su popularidad entre los diferentes sectores.

Se puede destacar un cierto número de **ventajas** de los códigos 2D **respecto a los códigos 1D**. La primera de ellas, afecta directamente al proceso de lectura, con los códigos 2D solamente es **necesario** un ratio del **20% de contraste lumínico** [5] para que pueda ser leído. Por otro lado, a diferencia de los códigos de una dimensión que actúan como un índice para encontrar un registro en una base de datos, con los códigos 2D **no es obligatorio el uso de una base de datos**. Por ultimo, destaca la **seguridad contra sabotajes**. Se pueden **construir con muchos grados de redundancia**, duplicando así la información en su totalidad o sólo los datos vitales. La redundancia aumenta las dimensiones del símbolo, pero incrementa la seguridad del contenido. Se han hecho pruebas de resistencia a códigos bidimensionales perforándolos, marcándolos con tinta y maltratándolos. La seguridad que son capaces de incorporar estos códigos los hace casi invulnerables a un sabotaje. Sin embargo para estropear la legibilidad de un código unidimensional, basta con agregar otra barra al inicio o final del símbolo o trazar una línea paralela a las barras en cualquier lugar dentro del código.

La **simbología 2D tiene la capacidad necesaria para incluir datos inteligentes** [6] que pueden utilizarse para tomar decisiones y dirigir procesos en entornos en los que los sistemas de información tradicionales no son suficientes.

De igual manera, esta familia de códigos permite codificar más datos que los códigos de barras 1D del mismo tamaño, y permite codificar la misma cantidad de datos en un espacio mucho más pequeño. Existen dos categorías principales de simbologías 2D (apilada y matricial) y muchas simbologías independientes. La diferencia principal entre los símbolos apilados y matriciales es la manera en la que se codifican y se leen. A continuación, se muestra una tabla comparativa de los

principales tipos de códigos 2D en la actualidad:





Código 2D	Data Matrix	QR	PDF417	GM
Capacidad	1,5 KB	3 KB	1 KB	2 KB
Derechos Prop. Intelectual	US	Japón	US	China
Caracteres	ASCII	ASCII, Kana, Kanji, binario	ASCII	ASCII
Imagen ejemplo				

Tabla 2: Códigos 2D

Observando el abanico de posibilidades que ofrecen los códigos 2D, se puede ver como claro **candidato** a los **códigos QR**, por su **mayor capacidad** de almacenamiento y compatibilidad con varios códigos de caracteres (ver Tabla 2). Además, el **uso** de los **códigos QR** está **muy popularizado** en nuestra sociedad, encontrándolos en múltiples dominios y sectores (revistas, periódicos, publicidad, etc.). Esto hará que el usuario potencial no lo vea como una tecnología desconocida.

Los **códigos QR** fueron ideados en 1994 por la compañía DENSO Wave [7]. El objetivo era poder clasificar las piezas de repuestos de una manera rápida y sencilla. Desde entonces, el **uso** se ha **extendido** considerablemente, pasando de ser usado únicamente en el mundo industrial a darle un uso en diferentes aplicaciones del mundo cotidiano, siendo hoy en día muy usados en el marketing. A continuación, se puede ver un gráfico que muestra el uso de escaneo de códigos QR en Europa [8].

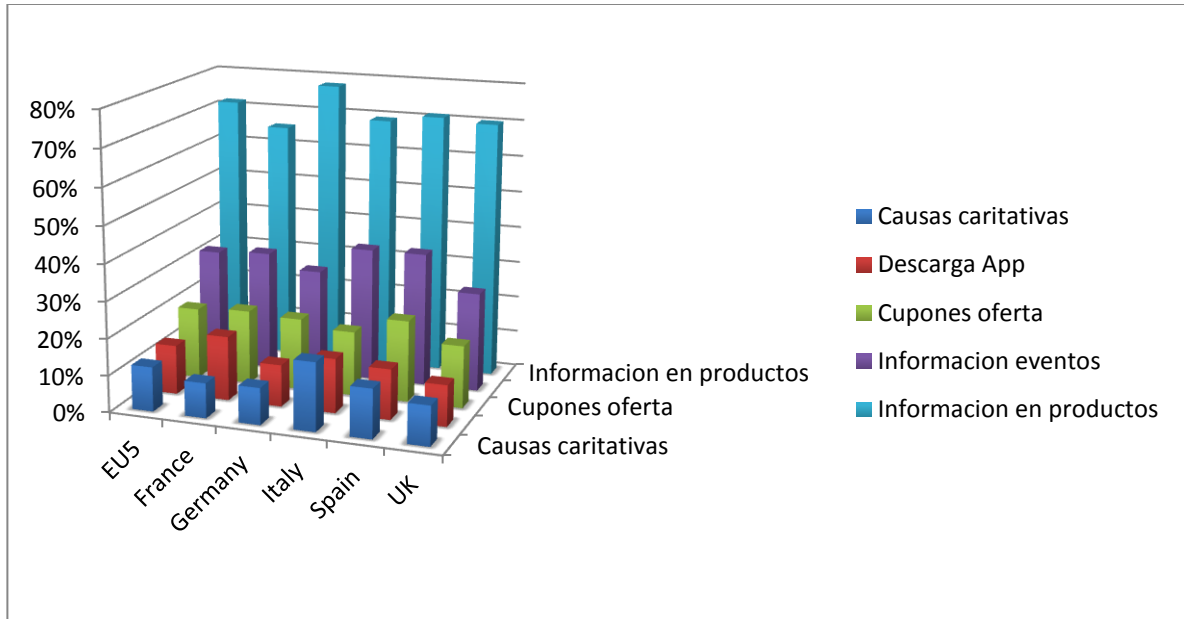


Ilustración 4: Escaneo códigos QR en Europa [8]

Este tipo de códigos se compone de una “**estructura interna**”. Dicha estructura se muestra en Ilustración 5, en ella se puede comprobar la existencia de **tres marcadores de posición**, que se utilizan para reconocer rápidamente el código a través del escáner. También contienen un **patrón de alineación**, para detectar la inclinación respecto al lector y acelerar la lectura. En el interior del código se hallan los **patrones de Timing**, para conocer fácilmente el tamaño del símbolo. Entre los datos mezclados con los símbolos correctores existen zonas reservadas para indicar la **versión** y el **formato del código**. El resto son zonas destinadas a los **propios datos del código QR**.



Ilustración 5: Estructura código QR

## 2.3 Librerías QR

Para permitir el uso de herramientas capaces de trabajar con códigos QR, se debe hacer uso de librerías específicas que soporten las operaciones sobre estas etiquetas. Estas operaciones pueden ser de lectura, cifrado o generación de códigos QR. En la actualidad, existen numerosas librerías que permiten implementar herramientas que utilicen estos códigos. Entre ellas, se pueden destacar las siguientes:

- **ZXing** [9]: también conocida como "paso de cebra", es una librería multi-formato de procesamiento de imágenes de código de barras de código abierto 1D / 2D implementado en Java, con adaptaciones a otras lenguajes.
- **ZBar** [10]: librería de código abierto escrita en C para la lectura de códigos de barras a partir de diversas fuentes, tales como secuencias de vídeo, archivos de imagen y sensores de intensidad primas. Es compatible con muchos tipos de códigos, incluyendo EAN-13 / UPC-A, UPC-E, EAN-8, Code 128, Code 39, Interleaved 2 de 5 y Código QR.
- **QrCode.net** [11]: Biblioteca .Net para el manejo de código QR de acuerdo con la norma ISO / IEC 18004, capaz de detectar y el reconocer capturas de códigos QR, así como generar códigos QR en archivos de imagen.
- **PHPQRCode** [12]: PHP Código QR es una biblioteca de código abierto (LGPL) para la generación de código QR, código de barras de 2 dimensiones. Proporciona API para la creación de imágenes de código de barras QR Code (PNG, JPEG). Implementado puramente en PHP, sin dependencias externas.

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL PROCESO DE DISEÑO

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

A continuación, se muestra una tabla comparativa de las diversas librerías:




Librería	ZXing	ZBar	QrCode.net	PHPQrCode
Logo			-	
Licencia	Apache	GNU LGPL	MIT	LGPL
Última actualización	Mayo 2014	Diciembre 2012	Marzo 2013	Agosto 2013
Lenguaje original	Java	C	.NET	PHP
Documentación	Alta	Media	Media	Alta
Integración con Android	Sí	Sí	No	No
Capacidad códigos QR	Generar/Lectura	Generar/Lectura	Generar/Lectura	Generar

Tabla 3: Comparativa de librerías QR

Una vez vista la tabla con las distintas posibilidades existentes, se descarta el uso de la librería PHPQrCode porque solo tiene la **capacidad** de generar códigos QR, y no de **generar y leer** como se requiere para el proyecto a desarrollar.

Continuando con el análisis, y pensando en que la aplicación se va a desarrollar para Android, es requisito indispensable que la librería a usar pueda **integrarse con el entorno Android**. Dado que la librería QrCode.net no soporta la integración con este entorno, no se puede considerar dicha librería como una solución factible para el trabajo con los códigos QR en este proyecto.

Fijándonos con mayor detalle en las librerías restantes (ZXing y ZBar), se puede apreciar que con **ZXing** se tendría un **nivel muy alto de cohesión entre librería y aplicación**, debido a que está desarrollada en **lenguaje Java** (versión original) al igual que las aplicaciones para **Android**. Por el contrario, ZBar que está escrita en otro lenguaje diferente a Java. Por ello, si se usa ZXing se facilitaría en cierto modo el desarrollo de la aplicación, ya que se desarrollaría toda la aplicación



sobre un mismo lenguaje (Java).

Como resultado de esta comparativa, se concluye que **la librería ZXing** es la que posee mayor potencial dadas las características y necesidades del proyecto a desarrollar. Además, esta librería tiene un gran número de revisiones, sacando actualizaciones de forma más periódica (ultima actualización Mayo 2014). Además, con cada actualización, se incluye **numerosa documentación**, corrección de errores y nuevas funcionalidades. Por último, ZXing posee **licencia Apache** [13], lo que proporciona **libertad de uso para cualquier propósito**, con lo que se salva cualquier asunto legal relacionado con licencias de uso.

### 3 Gestión de proyecto software

---

La gestión de proyectos es una tarea crítica a la hora de realizar un proyecto que pretende administrar y organizar todos los recursos que engloba el proyecto en tiempo y forma. En este punto se detalla todo lo referente a la gestión de proyecto, incluyendo las estimaciones de tareas, recursos (humanos y materiales) y presupuesto.

Se ha optado por abordar la gestión de proyecto de una manera realista, como si se tratará de un proyecto de software real. Es por ello que el presupuesto incide en **alcanzar una rentabilidad**, y por consiguiente se ven reflejados los márgenes de beneficio y riesgo. Después de las estimaciones y planificación de tareas y recursos, se identifican los posibles **riesgos** que se pueden encontrar a lo largo del desarrollo, así como las medidas para su **prevención, detección y gestión** de los mismos. Por último, se establece un **plan de pruebas** de cara a evaluar los objetivos y calidad del sistema.

#### 3.1 Alcance del proyecto

---

##### Definición del proyecto

Este proyecto consiste en diseñar y desarrollar una herramienta software para dispositivos móviles que permita conectar objetos físicos utilizados durante los procesos de diseño software, como diagramas o modelos, con el mundo virtual. Más concretamente, esta herramienta debe extender la información de dichos objetos complementándola con información que se encuentra en el entorno virtual.

##### Estimación de recursos y tareas

En esta sección se trata el tema relacionado con los recursos y tareas asociados al proyecto. Al tratarse de un proyecto de software, las labores de recursos humanos van a determinar la calidad del proyecto.

El equipo de trabajo necesita ser capaz de entender el dominio del problema y que las soluciones que propongan vayan acorde con los requerimientos del cliente, es por ello que se necesitaran cubrir los siguientes roles:

- **Jefe de proyecto:** persona encargada de dirigir, planificar y realizar un seguimiento del proyecto. Su misión es coordinar y dirigir al resto de participantes del equipo de proyecto.
- **Analista:** responsable de investigar, planear y realizar recomendaciones tecnológicas que sean adecuadas para el proyecto.

- **Diseñador:** encargado de diseñar posibles soluciones que resuelven el problema que se plantea, supervisado por el jefe de proyecto.
- **Programador:** encargado de trasladar las especificaciones del analista y diseñador a código, usando la tecnología acordada por el analista.
- **Tester:** persona responsable de dirigir el proceso de pruebas en el que se verifica que el software cumple todos los requisitos de calidad y funcionalidad fijados.

Debido a la pequeña envergadura del proyecto, se hace inviable tener una persona encargada de cada rol. Teniendo en cuenta las especificaciones y estimaciones para el proyecto se cree razonable contar con **tres personas dedicadas al proyecto**. Estas personas tienen que ocupar los roles necesarios a lo largo del proyecto. Por ello, se ha decidido agrupar los roles según el siguiente diagrama, en que se puede ver la jerarquía del equipo:

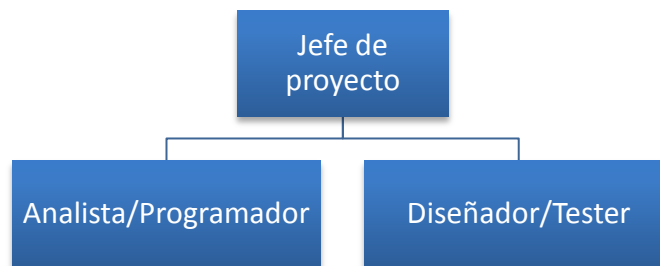


Ilustración 6: Organigrama equipo de trabajo

### Asignación de recursos

Una vez definidos los recursos con los que cuenta el proyecto y las tareas a desarrollar, se debe realizar una asignación de dichos recursos. A partir de la premisa del apartado anterior, en la que se establece que el equipo esta compuesto por tres personas, desarrollarán cinco roles:

- **Jefe de proyecto:** su dedicación al proyecto será baja, simplemente se dedicara a supervisar la labor del resto del equipo.
- **Analista/Programador:** realizará, junto al jefe de proyecto, las etapas de estudio preliminar y análisis. Su labor terminará con la implementación final del código.
- **Diseñador/Tester:** realizará las tareas de diseño y pruebas con la supervisión del jefe de proyecto.

La jornada laboral de cada uno de los integrantes del equipo se ajustará en base a las tareas asignadas, lo que permitirá a cada uno de ellos de poder dedicarse a otros proyectos ajenos a este.

Generando una flexibilidad horaria al equipo y abaratando el presupuesto final.

En la siguiente tabla se puede ver la implicación de cada uno de los roles definidos anteriormente previstas para el proyecto.

Tarea	Recurso	Dedicación
Estudio preliminar	Jefe de proyecto	20%
	Analista/programador	80%
Análisis	Jefe de proyecto	20%
	Analista/programador	80%
Diseño	Jefe de proyecto	10%
	Diseñador/tester	90%
Implementación	Analista/programador	100%
Pruebas	Jefe de proyecto	10%
	Diseñador/tester	90%

Tabla 4: Distribución de tareas, recursos y dedicación.

## Presupuesto

En esta sección se van a contemplar los gastos estimados que conllevan la realización de este proyecto. Para ello, se ha realizado una distinción de los diferentes tipos de gastos que engloban el proyecto:

- **Costes de personal:** cubre la cuantía de los salarios de los empleados, así como las cuotas de cotización a la seguridad social española.
- **Costes de equipamiento:** nuevas adquisiciones de equipos informáticos y dispositivos electrónicos así como las licencias software.
- **Coste de infraestructura:** elementos de soporte necesarios para que el personal pueda realizar su trabajo.

- **Otros costes:** gastos asociados al proyecto que no están derivados de las anteriores categorías.

### *Consideraciones previas*

El tipo impositivo general que se aplica a los desarrollos software es del 21% (tipo general del IVA definido para el ejercicio fiscal correspondiente al periodo 2014-2015) según la aprobación de los Presupuestos Generales del Estado Español. Todos los costes estarán reflejados en Euros y han sido calculados aplicando redondeo clásico a dos decimales.

### *Tabla de retribuciones del personal*

En este punto se detalla la estimación del salario bruto mensual, calculado en base a una estimación de 8 horas diarias y 22 días al mes. Debido a que el proyecto no tiene una gran envergadura, no es necesario que cada uno de los recursos tenga dedicación completa a este proyecto. Según estas premisas se ha calculado el salario bruto correspondiente a cada recurso utilizando la siguiente formula:

$$\text{Bruto (mensual)} = \text{€/hora} \times \text{horas/día} \times \text{días/mes}$$

De ahí deducimos, tomando como referencia el convenio publicado en el BOE [14]:

Cargo	€/hora	Horas/día	Días/mes	Bruto mensual
Jefe de Proyecto	27,40	1	22	602,80
Analista/Programador	19,30	4	22	1698,40
Diseñador/Tester	19,30	3	22	1273,80
			TOTAL	3575,00 €

Tabla 5: Retribuciones brutas mensuales del personal.

*Bases de cotización contingencias comunes. Año 2014*

La siguiente tabla detalla las bases de cotización de contingencias comunes para año 2014, fijadas por el Ministerio de Trabajo e Inmigración español <sup>2</sup>.

Grupo cotización	Categorías profesionales	Bases mínimas (€/mes)	Bases máximas (€/mes)
1	Ingenieros y Licenciados. Personal de alta dirección no incluido en el artículo 1.3.c) del Estatuto de los Trabajadores	1051,50	3597,00
2	Ingenieros Técnicos, Peritos y Ayudantes Titulados	872,10	3597,00

**Tabla 6: Bases de cotización 2014**

*Tipos de cotización (%), Año 2014*

Según el sistema de cotización de la Seguridad Social la empresa debe asumir el pago de un porcentaje de la cotización del empleado. A continuación, se muestran los porcentajes de cotización asumibles a la empresa y al empleado para el año 2014:

Contingencias	Trabajadores	Empresa	Total
Comunes	23,60 %	4,70 %	28,30 %
Horas Extraordinarias	12,00 %	2,00 %	14,00 %
Resto de horas extraordinarias	23,60 %	4,70 %	28,30 %

**Tabla 7: Tipos de cotización 2014**

---

<sup>2</sup> Fuente: [http://www.seg-social.es/Internet\\_1/Trabajadores/CotizacionRecaudaci10777/Basesytiposdecotiza36537/index.htm?ID=36537](http://www.seg-social.es/Internet_1/Trabajadores/CotizacionRecaudaci10777/Basesytiposdecotiza36537/index.htm?ID=36537)

### *Tabla de cuotas de cotización a la seguridad social*

En este apartado se especifica la cuota que se debe ingresar por cada trabajador según el porcentaje establecido para cada contingencia. Esta, se puede calcular siguiendo la siguiente formula:

$$\text{Cuota a Ingresar} = \text{Base de cotización} \times \text{Tipo de cotización}$$

De ahí se obtiene la siguiente tabla con las cuotas correspondientes a cada trabajador implicado en el proyecto.

Rol	Bruto mensual (€)	Base mínima (€/mes)	Base cotizada (€/mes)	Tipo (%)	Cuota (€)
Jefe de proyecto	602,80	1051,50	1051,50	23,60	248,15
Programador-Analista	1698,40	872,10	1698,40	23,60	400,82
Diseñador-Tester	1273,80	872,10	1273,80	23,60	300,43

Tabla 8: Cuotas cotización personal

### *Costes de Personal*

La siguiente tabla muestra el coste final total del proyecto en concepto de personal. Se indica el coste desglosado por trabajador, teniendo en cuenta la duración según la planificación del proyecto de 4 meses.

Cargo	Bruto Mensual	Cotización	Coste total /mes	Meses	Coste final
Jefe de proyecto	602,80 €	248,15 €	850,95 €	4	3403,80 €
Programador-Analista	1698,40 €	400,82 €	2099,22 €	4	8396,88 €
Diseñador-Tester	1273,80 €	300,43 €	1574,23 €	4	6296,92 €
				TOTAL	18097,60 €

**Tabla 9: Coste final personal**

*Material Tecnológico*

En esta sección se presentan los costes de los diversos materiales tecnológicos adquiridos para el proyecto, así como las licencias y otros gastos de carácter general.

Descripción	Coste/Unidad	Unidades	Coste total	Periodo de amortización (meses)	Duración del proyecto (meses)	Coste asociado al proyecto
Ordenador portátil Asus X550LDV-XX754H	666,00 €	3	1998,00 €	24	4	333,00 €
Ratón óptico Approx	4,95 €	3	14,85 €	24	4	2,49 €
Impresora HP LaserJet Pro P1102w	88,00 €	1	88,00 €	24	4	14,66 €
Licencia Microsoft Word 2013	135,00 €	3	405,00 €	24	4	67,50 €
Licencia Office Project 2013	769,00 €	1	769,00 €	24	4	128,16 €
Material de oficina	160,00 €	N/A	160,00 €	Material fungible	4	160,00 €
					TOTAL	705,81 €

**Tabla 10: Costes de equipamiento**



### *Costes de infraestructura*

Para que el proyecto se lleve a cabo es necesario disponer de unas infraestructuras. El coste de estas se desglosa a continuación:

Descripción	Coste (€/mes)	Cantidad (meses)	Coste total
Alquiler oficina	600,00 €	4	2400,00 €
Conexión telefónica y acc. internet	45,00 €	4	180,00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>2580,00 €</b>

Tabla 11: Costes de infraestructura

Por lo tanto el **coste asociado al proyecto**, se ve reflejado en la siguiente tabla:

Descripción	Coste total
Personal	18097,60 €
Material tecnológico	705,81 €
Infraestructura	2580,00 €
<b>TOTAL</b>	<b>21383,41 €</b>

Tabla 12: Coste asociado al proyecto

Para terminar la elaboración del presupuesto, a continuación se muestra el beneficio a obtener después de la realización del proyecto, calculado aplicando un **margen de beneficio del 10%** sobre el total de costes. Se considera este tipo de margen, **debido a que el producto desarrollado se trata de un prototipo**. En un futuro, en el que se desarrolle un sistema final, si se espera obtener un mayor beneficio.

Gastos totales	Margen de beneficio	Beneficio total
21383,41 €	10%	<b>2138,34 €</b>

**Tabla 13: Margen de beneficio**

De manera adicional se aplica un margen de riesgo, sobre el total de gastos (sin incluir beneficios). El margen de riesgo se establece en un 5%.

Gastos totales	Margen de riesgo	Beneficio total
21383,41 €	5%	<b>1069,17 €</b>

**Tabla 14: Margen de riesgo**

En la siguiente tabla se puede el resumen del calculo final, de la cantidad a cobrar al cliente.

Descripción	Cantidad
Gastos	21383,41 €
Beneficio	2138,34 €
Riesgos	1069,17 €
Total (sin IVA)	24590,92 €
IVA	5164,09 €
<b>TOTAL</b>	<b>29755,01 €</b>

**Tabla 15: Coste total del proyecto**

“El presupuesto total de este d.Link asciende a la cantidad de **VEINTINUEVE MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y CINCO CON UN CÉNTIMO**, 29755,01€.

Leganés a 9 de Julio de 2015

El ingeniero proyectista

Fdo. Guillermo Sánchez-Valdepeñas Puente

### 3.2 Plan de trabajo

En las secciones anteriores se ha visto el alcance, tiempo de desarrollo y presupuesto del proyecto. A continuación, se muestran las diferentes tareas de las que se compone el proyecto con la planificación de las mismas en el tiempo indicado.

#### Identificación de tareas

La siguiente división de tareas se ha realizado con el único fin de llevar a cabo el proyecto de una manera ordenada y eficaz, teniendo a la vez un control del avance del mismo. Se pueden diferenciar cinco tareas principales: estudio preliminar, análisis, diseño, implementación y pruebas. A su vez, estas tareas se descomponen en otras secundarias que se detallan a continuación:

En la siguiente tabla se especifican las tareas en las que se divide el proyecto, así como la duración estimada (en días) para cada una de las tareas mencionadas en la sección anterior:

Tarea	Duración (días)
Estudio preliminar	13
Análisis	21
Escenarios del problema	3
Definición de requisitos	3
Especificación de requisitos	10
Casos de uso	5
Diseño	18
Diagrama de clases	7
Diagrama de navegación	6

<b>Prototipo bajo nivel</b>	3
<b>Implementación</b>	30
<b>Pruebas</b>	6

**Tabla 16: Estimación de tareas**

### Planificación de tareas

La planificación de tareas es una parte crítica para el desarrollo del proyecto, ya que organiza el tiempo del que se dispone, dando la posibilidad de realizar un seguimiento con el fin de comprobar si se están realizando las tareas en el plazo y límite determinados. Hay que tener en cuenta que la planificación a medida que avanza el proyecto puede ir cambiando, pero el objetivo es ajustarse en la mayor medida posible a la planificación realizada.

En la Tabla 17: Planificación de tareas, se muestra el cronograma con las distintas fases del proyecto y sus tareas correspondientes, así como el tiempo estimado para realizar cada una de estas. Esta planificación teniendo en cuenta las siguientes premisas:

- Jornada laboral de 8 horas diarias.
- Semana laboral de 5 días.

<b>Tarea</b>	<b>Duración (días)</b>	<b>Comienzo</b>	<b>Fin</b>
<b>Estudio preliminar</b>	<b>13</b>	<b>08/09/14</b>	<b>25/09/14</b>
<b>Análisis</b>	<b>21</b>	<b>26/09/14</b>	<b>24/10/14</b>
<b>Escenarios del problema</b>	3	26/09/14	30/09/14
<b>Definición de requisitos</b>	3	01/10/14	05/10/14
<b>Especificación de requisitos</b>	10	6/10/14	17/10/14

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL  
PROCESO DE DISEÑO

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Casos de uso	5	20/10/14	24/10/14
Diseño	18	27/10/14	20/11/14
Diagrama de clases	7	27/10/14	5/11/14
Diagrama de navegación	6	6/11/14	14/11/14
Prototipo bajo nivel	3	17/11/14	20/11/14
Implementación	30	21/11/14	2/01/15
Pruebas	6	5/01/15	12/01/15

Tabla 17: Planificación de tareas

De manera adicional se ha realizado un diagrama de Gantt. Este diagrama se corresponde a la planificación anterior y se complementa con ésta mostrando gráficamente la evolución de cada una de las tareas así como las relaciones existentes entre ellas. Como en él se observa el proyecto tendrá comienzo el día **8 de Septiembre de 2014** y tiene como fecha prevista de finalización el **12 de Enero de 2015**, teniendo una duración de cuatro meses.

También se puede observar en Ilustración 7: Planificación diagrama de Gantt que el proyecto se va a desarrollar siguiendo el método de desarrollo en cascada, en que cada tare comienza cuando termina la anterior.

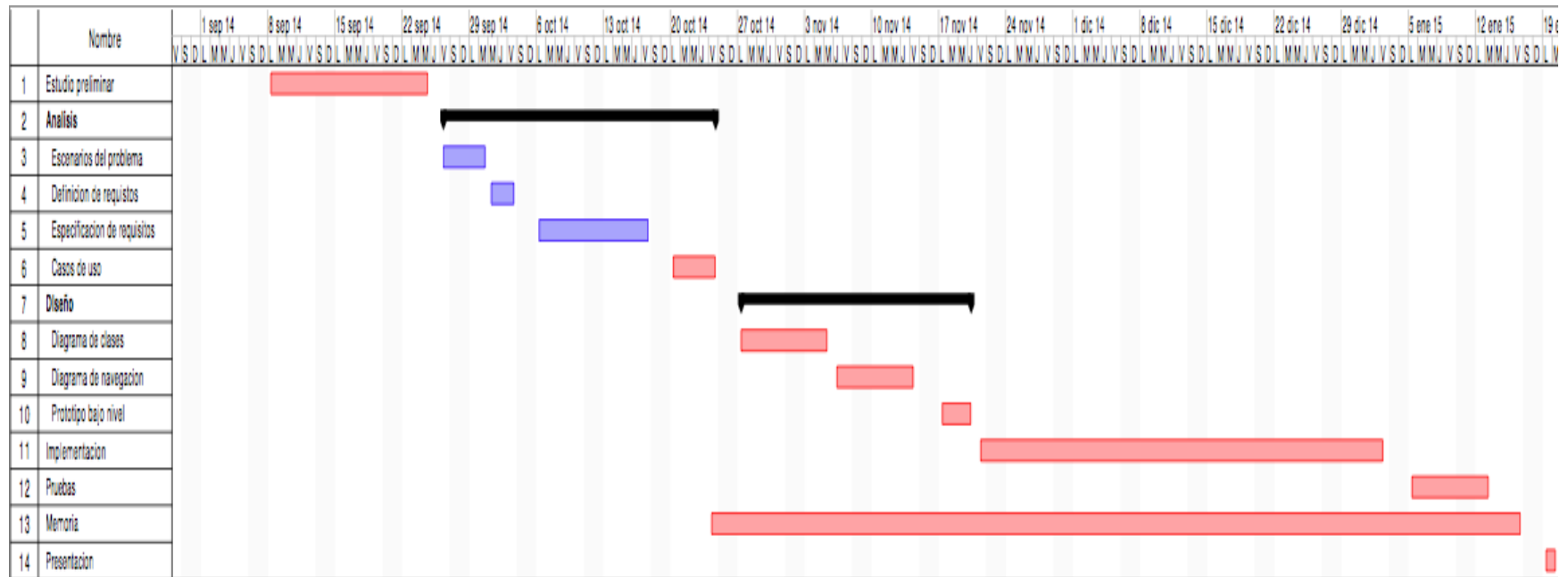


Ilustración 7: Planificación diagrama de Gantt

### 3.3 Gestión de riesgos

#### Identificación de riesgos

Como en todo proyecto de software, existe la posibilidad de que haya factores que retrasen o imposibiliten la realización del mismo. Estos contratiempos hay que tenerlos en cuenta antes de comenzar un proyecto para poder analizarlos de forma exhaustiva, ya que este tipo de proyectos tienen un índice muy alto de fracaso debido a imprevistos que aparecen una vez comenzados.

Los riesgos pueden tener una fuente conocida o desconocida. Por ello se detalla a continuación un resumen de cuales son las principales fuentes, con el fin de poder realizar un mejor clasificación de los riesgos que puedan aparecer.

Fuente	Descripción
Externa	Se corresponden con las dificultades que no pertenecen a la empresa, es decir, son ajenas a ella y tampoco son naturales.
Interna	Complicaciones derivadas directamente del entorno de la empresa (excluyendo los riesgos personales).
Naturales	Son aquellas complicaciones que pueden aparecer como consecuencia de catástrofes naturales, como terremotos, inundaciones, incendios, etc.
Personal	Problemas derivados de los asuntos personales de los trabajadores, problemas de comunicación con el cliente.

Tabla 18: Fuentes de riesgo

Para identificar los posibles riesgos que se pueden dar durante la realización del proyecto, se va a utilizar la siguiente tabla que define los parámetros de cada posible riesgo.

Campo	Descripción
Identificador	Descriptor unívoco del riesgo. Dicho descriptor tendrá una nomenclatura especial de la forma: <ul style="list-style-type: none"><li>RIESGO-XX, donde X se corresponde con el número natural consecutivo que le toca al riesgo (incluyendo el 0).</li></ul>
Nombre	Nombre común que se le asigna al riesgo

<b>Fuente</b>	Contiene las posibles fuentes de las que proviene el riesgo, expuestas con anterioridad.
<b>Probabilidad de ocurrencia</b>	Posibilidad de que el riesgo ocurra, medidas en tanto por ciento.
<b>Impacto</b>	Grado de influencia en el proyecto. Dicho campo tiene cinco valores posibles: <ul style="list-style-type: none"><li>• Muy bajo</li><li>• Bajo</li><li>• Medio</li><li>• Alto</li><li>• Muy alto</li></ul>
<b>Descripción</b>	Campo que alberga una descripción del riesgo, en la que se muestra que aspectos abarca.

Tabla 19: Plantilla riesgos

*Riesgos Externos*

RIESGO-01			
Nombre	Modificación de requisitos		
Fuente	Externo		
Probabilidad de ocurrencia	50%	<b>Impacto</b>	Medio
Descripción	Cambio de las especificaciones del sobre el proyecto encargado.		

Tabla 20: Riesgo R-01

RIESGO-02	
Nombre	Cancelación del proyecto
Fuente	Externo



Probabilidad de ocurrencia	5%	<b>Impacto</b>	Muy alto
Descripción	El cliente desestima la realización del proyecto		

**Tabla 21: Riesgo R-02**

RIESGO-03			
Nombre	Robo		
Fuente	Externo		
Probabilidad de ocurrencia	3%	<b>Impacto</b>	Muy alto
Descripción	Hurto de material informático, documentación asociada al proyecto o código implementado		

**Tabla 22: Riesgo R-03**

### *Riesgos Internos*

RIESGO-04			
Nombre	Error en requisitos		
Fuente	Interno		
Probabilidad de ocurrencia	25%	<b>Impacto</b>	Alto
Descripción	Un requisito esta mal especificado o no definido		

**Tabla 23: Riesgo R-04**

RIESGO-05	
Nombre	Error en la planificación

Fuente	Interno		
Probabilidad de ocurrencia	50%	<b>Impacto</b>	Medio
Descripción	La asignación y distribución de tareas es errónea, también puede producirse como una desviación en la planificación.		

**Tabla 24: Riesgo R-05**

RIESGO-06			
Nombre	Mala documentación		
Fuente	Interno		
Probabilidad de ocurrencia	75%	<b>Impacto</b>	Medio
Descripción	La documentación asociada al proyecto no esta completa o presenta errores.		

**Tabla 25: Riesgo R-06**

### *Riesgos Naturales*

RIESGO-07			
Nombre	Fallo eléctrico		
Fuente	Naturales		
Probabilidad de ocurrencia	10%	<b>Impacto</b>	Alto
Descripción	Subida de tensión, o falta de corriente eléctrica que imposibilita el uso de los equipos informáticos.		

**Tabla 26: Riesgo R-07**

RIESGO-08			
Nombre	Incendio		
Fuente	Naturales		
Probabilidad de ocurrencia	5%	Impacto	Muy alto
Descripción	Fuego provocado por cortocircuitos, subidas de tensión.		

Tabla 27: Riesgo R-08

*Riesgos de personal*

RIESGO-09			
Nombre	Baja temporal de un miembro del equipo		
Fuente	Personales		
Probabilidad de ocurrencia	35%	Impacto	Alto
Descripción	Ausencia por parte de un miembro del equipo, debido a enfermedades, accidentes, embarazos o incompatibilidades laborales. Este tipo de baja no es de larga duración (menos de cuatro semanas de ausencia)		

Tabla 28: Riesgo R-09

RIESGO-10			
Nombre	Baja permanente de un miembro del equipo		
Fuente	Personales		
Probabilidad de ocurrencia	7%	Impacto	Muy Alto

Descripción	Ausencia de manera prolongada o definitiva de un miembro del proyecto. Este tipo de ausencias vienen dadas por el abandono del trabajador, despido de éste o fallecimiento
-------------	--

Tabla 29: Riesgo 10

RIESGO-11			
Nombre	Dificultades de comunicación con el cliente		
Fuente	Personales		
Probabilidad de ocurrencia	70%	Impacto	Medio
Descripción	Falta de entendimiento entre el equipo de desarrollo y el cliente, como consecuencia de una falta de reuniones, de capacidad de expresión por parte del cliente, etc. Esto puede dar lugar a errores en la extracción de requisitos, en la documentación, retrasos en las entregas...		

Tabla 30: Riesgo R-11

### Análisis de riesgos

A continuación se muestran los planes de contingencia establecidos para cada riesgo del apartado anterior.

PC-RIESGO-01	
Nombre	Modificación de requisitos
Duración del plan	3 semanas
Criterio para la ejecución del plan	Detección de algún requisito incorrecto

Descripción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reunión urgente</li><li>• Identificación de errores</li><li>• Nuevas entrevistas con el cliente (si fuera necesario)</li><li>• Corregir errores identificados</li></ul>
-------------	---

**Tabla 31: Plan contingencia Riesgo-01**

PC-RIESGO-02	
Nombre	Cancelación del proyecto
Duración del plan	1 semana
Criterio para la ejecución del plan	Cuando el jefe de proyecto en consenso con el grupo de trabajo, acuerdan que el proyecto es inviable
Descripción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reunión con el cliente para explicarle la situación</li><li>• Llegar a un acuerdo con el cliente</li><li>• Cancelar el proyecto</li></ul>

**Tabla 32: Plan de contingencia Riesgo-02**

PC-RIESGO-03	
Nombre	Robo
Duración del plan	5 días
Criterio para la ejecución del plan	El material informático ha sido sustraído

Descripción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Anotar los desperfectos ocasionados</li><li>• Estimar perdidas y rehacer presupuesto</li><li>• Adquirir nuevo equipamiento</li><li>• Recuperar la información válida de la última copia de seguridad</li><li>• Restaurar el sistema a un estado valido</li></ul>
-------------	--

**Tabla 33: Plan de contingencia Riesgo-03**

PC-RIESGO-04	
Nombre	Error en requisitos
Duración del plan	1 semana
Criterio para la ejecución del plan	Detección algún requisito no valido
Descripción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Recuperar la aplicación un estado valido</li><li>• Reunión urgente</li><li>• Identificación de los errores cometidos</li><li>• Nuevas entrevistas con el cliente (si fuera necesario)</li><li>• Corregir los errores identificados que contiene esta versión con la versión correcta</li><li>• Confirmar esta versión como la versión a partir de la cual se puede continuar de manera correcta</li></ul>

**Tabla 34: Plan de contingencia Riesgo-04**

PC-RIESGO-05	
Nombre	Error en la planificación
Duración del plan	1 mes

Criterio para la ejecución del plan	Desarrollo del proyecto no coincide con el estimado
Descripción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reunión de los responsables de los errores</li><li>• Identificación de fallos cometidos en la planificación</li><li>• Cálculo de los errores en tiempo y dinero</li><li>• Volver a planificar la sección y la asignación de trabajo</li></ul>

Tabla 35: Plan de contingencia Riesgo-05

PC-RIESGO-06	
Nombre	Mala documentación
Duración del plan	4 días
Criterio para la ejecución del plan	La documentación no esta disponible o tiene erratas
Descripción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reunión equipo de trabajo</li><li>• Reunión con el cliente para confirmar el error</li><li>• Identificación de errores</li><li>• Corrección de errores</li></ul>

Tabla 36: Plan de contingencia Riesgo-06

PC-RIESGO-07	
Nombre	Fallo eléctrico
Duración del plan	2 semanas

Criterio para la ejecución del plan	No hay electricidad en la red eléctrica
Descripción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Anotar los desperfectos ocasionados</li><li>• Estimar perdidas y rehacer presupuesto</li><li>• Recuperar la información válida de la última copia de seguridad</li><li>• Restaurar el sistema a un estado valido</li></ul>

**Tabla 37: Plan de contingencia Riesgo-07**

PC-RIESGO-08	
Nombre	Incendio
Duración del plan	1 mes
Criterio para la ejecución del plan	Salta la alarma de incendio del edificio
Descripción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Listar los desperfectos producidos por el riesgo, contabilizando las perdidas que conlleva</li><li>• Acceder a la ultima versión correcta que está almacenada en el backup</li><li>• Recuperar la aplicación a un estado valido, sustituyendo aquella información perdida o dañada</li></ul>

**Tabla 38: Plan de contingencia Riesgo-08**

PC-RIESGO-09	
Nombre	Baja temporal de un miembro del equipo



Duración del plan	Tiempo del empleado en baja
Criterio para la ejecución del plan	Cuando el trabajador remite a la empresa su documento de baja, y esta es de corta duración
Descripción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Reasignación de tareas entre los miembros de la empresa por parte del jefe de proyecto</li></ul>

**Tabla 39: Plan de contingencia Riesgo-09**

<b>PC-RIESGO-10</b>	
Nombre	Baja permanente de un miembro del equipo
Duración del plan	1 semana
Criterio para la ejecución del plan	Cuando el trabajador remite a la empresa su documento de baja, y esta es de larga duración
Descripción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se asume la baja, repartiendo responsabilidades entre el resto del grupo encargado del proyecto</li></ul>

**Tabla 40: Plan de contingencia Riesgo-10**

<b>PC-RIESGO-11</b>	
Nombre	Dificultades de comunicación con el cliente
Duración del plan	2 semanas
Criterio para la ejecución del plan	Tras varias entrevistas, no conseguimos obtener lo que el cliente quiere

Descripción	<ul style="list-style-type: none"><li>• Cambiar la estrategia de comunicación utilizada, el entorno y la duración de las entrevistas</li><li>• Acudir a las reuniones con el equipo de trabajo al completo para obtener nuevas opiniones y visiones de las entrevistas.</li></ul>
-------------	---

**Tabla 41: plan de contingencia Riesgo-11**

## 4 Solución

---

En este apartado se explica el proceso seguido para llegar a construir una versión final del producto. En esta sección se comienza con una descripción en rasgos generales, para más adelante profundizar sobre el desarrollo de la aplicación distinguiendo las siguientes fases: **análisis, diseño e implementación.**

### 4.1 Descripción de la solución

---

El objetivo de la solución es poder vincular espacios físicos y virtuales dentro del proceso de diseño.

La solución ofrece al usuario la posibilidad de poder consultar información relativa a los objetos físicos, como pueden ser diagramas o modelos identificados por códigos QR, con el mundo virtual desde un dispositivo móvil. Más en concreto, la solución permite complementar la información que aparece en dichos diagramas o modelos y que por temas de espacio físico del papel no pueden representarse. De manera conjunta, la aplicación ofrece a los usuarios la capacidad de:

- Consultar comentarios adjuntos a una versión
- Responder comentarios
- Consultar historial de reuniones
- Consultar historial de versiones
- Consultar los miembros del equipo de trabajo
- Ponerse en contacto con miembros del equipo

Todas estas características han sido creadas para cualquier acción realizada tenga persistencia y de cara al futuro puedan resolver dudas o facilitar el trabajo.

Respecto a la usabilidad, se pretende diseñar un producto en el que sus interfaces en el que la usabilidad sea una máxima a la hora de evaluar el proyecto. Lo que se pretende con esto, es que el usuario trabaje con la herramienta de una manera sencilla y fácil, sintiéndose satisfecho de haber usado el sistema. Para conseguir este objetivo, se van a seguir las reglas de Material Design [15], en las que está basado el sistema operativo Android. Con ello, conseguiremos que el usuario se sienta familiarizado con el diseño de la interfaz, generando una mejor experiencia de usuario.

### 4.2 El proceso de desarrollo

---

En este punto se determinará el proceso de desarrollo del sistema propuesto, a lo largo de este proceso se asentarán las bases para que el proyecto se realice de manera correcta. Para este proyecto, se ha dividido el proceso de desarrollo en cuatro fases: análisis, diseño, implementación

y pruebas.

En la primera fase, se busca comprender la problemática planteada con el fin de poder definir un conjunto estable de requisitos. A continuación, la fase de diseño tiene como objetivo encontrar la solución que mejor se adapte a las necesidades y modelarla usando las herramientas de diseño oportunas. Por último, se implementa la solución propuesta y se realizan las pruebas necesarias que confirme que se cumple todo lo definido en los requisitos.

### Análisis

Esta sección tiene como finalidad estudiar las características y objetivos de la problemática a abordar. Para ello se utilizarán distintas técnicas y métodos para, finalmente, establecer un conjunto estable de requisitos asociados a la solución. Esta fase del desarrollo se considera vital, ya que van a ser los pilares sobre los que se van a apoyar las siguientes fases del desarrollo.

Buscando una mejor comprensión de cada escenario, se introduce el concepto de la persona. Persona, a la que llamaremos Miguel, es un ingeniero informático de 28 años, que trabaja para una empresa de desarrollo de software y que le gusta poder resolver cualquier problema que se encuentre de manera eficaz. Miguel ha trabajado en varias empresas y en todas ellas coincide en que en la etapa de diseño siempre se demora más de lo planificado. Según Miguel esta causa se debe a que se emplea mucho tiempo en cambios para llegar un diseño que satisfaga las necesidades del cliente. Uno de los grandes inconvenientes reside en que los diagramas de diseño no incluyen gran semántica por sí mismos, es por ello que siempre se necesitan papeles adjuntos al diagrama para dejar constancia de aclaraciones, decisiones tomadas, miembros que trabajan sobre él... La naturaleza de la solución nace de intentar solucionar todos estos problemas asociados al proceso de diseño.

Para identificar las posibles necesidades y características a cubrir por la solución y así facilitar la posterior especificación de requisitos, se ha decidido usar la técnica conocida como User Journey [16]. Esta técnica trata de representar las experiencias que tiene una persona cuando interactúa con un determinado producto. Más concretamente, describe un recorrido a alto nivel por distintas situaciones de un día de trabajo cotidiano en las que se interactúa con un producto. A continuación se muestra la imagen que representa las distintas situaciones que describe el recorrido propuesto en el User Journey. En concreto se han identificado las siguientes cinco situaciones:

- **#1: Viaje en autobús al trabajo:** Al ir de camino al trabajo en el autobús quiero consultar la situación y últimos cambios del proyecto para empezar mi jornada de trabajo preparado.
- **#2: Modificación personal del modelo/diagrama:** Estoy en mi puesto de trabajo y necesito consultar uno de los últimos cambios en el diseño para resolver una duda.
- **#3: Encuentro casual con un compañero de proyecto:** En uno de los pasillos de la oficina

me encuentro causalmente con un compañero que también está involucrado en el proyecto y que me pregunta acerca de un cambio que ha visto en un diseño.

- **#4: Reunión sobre un proyecto en curso NO asignado previamente:** Mi jefe me comunica que desea que me incorpore a un proyecto que lleva un tiempo ya desarrollándose. En concreto, quiere que asista a la próxima reunión que se celebra en pocos minutos.
- **#5: Reunión de seguimiento con el cliente:** Durante una reunión de seguimiento, quiero consultar los cambios realizados a lo largo del proyecto, para resolver una duda al cliente sobre un cambio en una etapa temprana del proyecto.

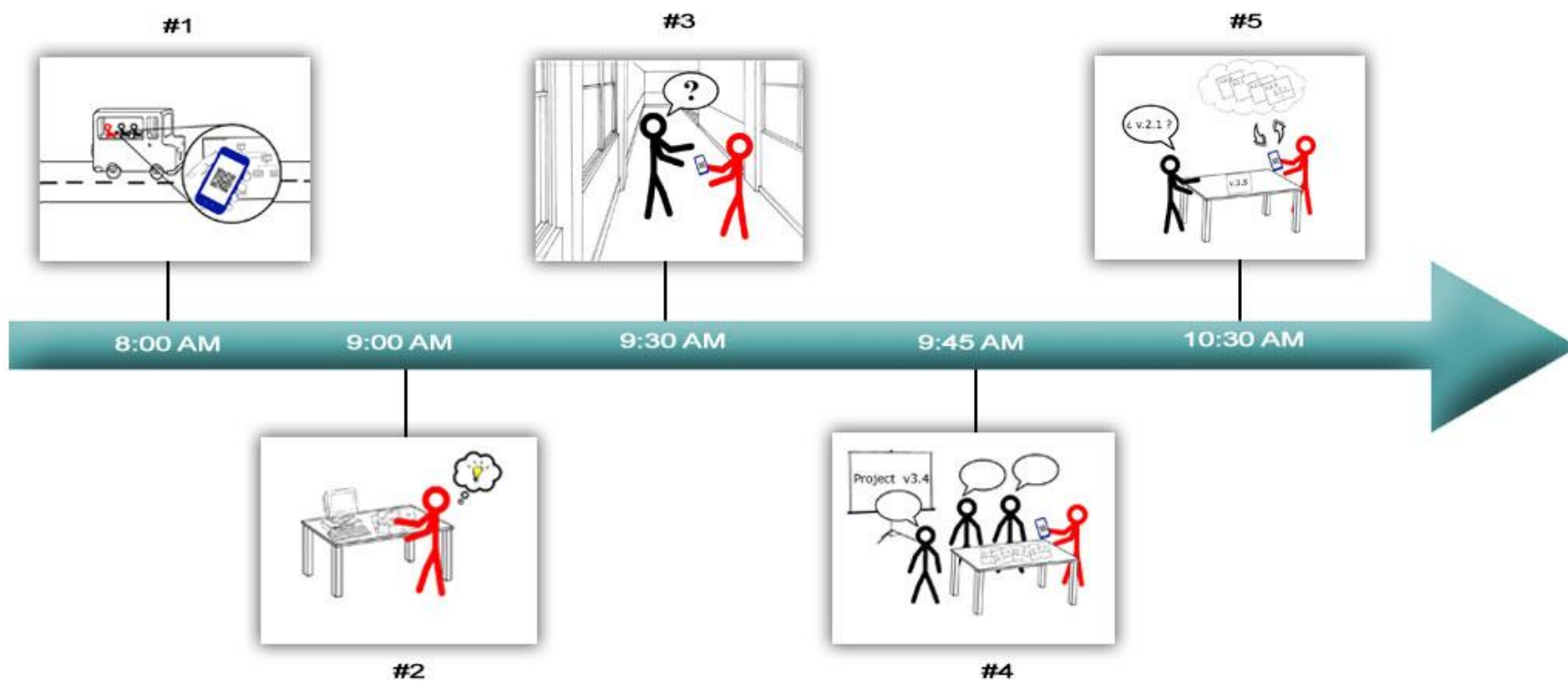


Ilustración 8: User journey día laboral

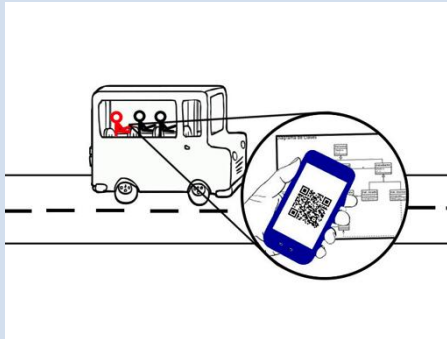
Como se ha podido ver en las distintas situaciones representadas en el user journey, en el proceso de diseño de cualquier proyecto que este realizando una empresa, se producen momentos donde la posibilidad de disponer de una herramienta que facilite poder dar una respuesta al cliente o resolver una duda, representa una gran ventaja. Dicha **ventaja** radica en la posibilidad de **dar una respuesta rápida** a las necesidades que se generan en cada situación, independientemente del lugar en el que el empleado se encuentre.

A corto plazo obtendríamos no sólo la satisfacción del cliente, sino el ahorro de tiempo tanto en reuniones con el cliente como en el trabajo personal de cada uno de los empleados, por lo que a largo plazo significaría a un menor tiempo de respuesta y por lo tanto un ahorro en costes.

Siguiendo el razonamiento expuesto anteriormente, la solución concebida en este trabajo aportaría valor a todas las situaciones menos a la situación #2. Esto se debe a que la situación #2 no comparte la característica de no poder disponer de toda la documentación, por no encontrarse en el puesto de trabajo. Además, a diferencia de las demás situaciones, en caso de necesitar acceder a algún tipo de recurso, se asume que es en el puesto de trabajo donde se puede acceder a toda la información relativa a los proyectos involucrados, por consiguiente el uso de nuestra herramienta no aplica para esta situación. Con la excepción de esta situación, a continuación se detallan los cuatro escenarios derivados de las situaciones anteriormente descritas en el User Journey. Estos escenarios permitirán examinar las dificultades que la solución propuesta trata de resolver y de qué manera Miguel, el persona descrito anteriormente, interactúa con la misma para conseguir sus objetivos.

Para describir los diferentes escenarios, se narra de manera informal las posibles actividades y necesidades de los usuarios, teniendo como protagonista de todas ellas a Miguel.

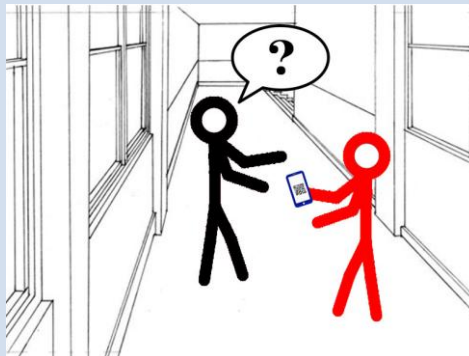
**ESCENARIO #1: Viaje en autobús al trabajo**



Miguel como cada día, se despierta y marcha al trabajo. De camino en autobús, quiere consultar los cambios que se han producido en un proyecto en el que está involucrado. Para ello, en vez de sacar todo el historico de modelos, diagramas o informes en papel (lo que supondria una tarea muy tediosa dentro del autobús), saca su dispositivo movil proporcionado por la empresa y el folio que contiene la ultima version del modelo/diagrama y se loguea en la aplicación. Una vez logueado en la herramienta, escanea el codigo QR asociado al diagrama para confirmar que tiene permiso para ver los datos asociados a ese proyecto y, de esta forma, la información sobre la historia de ese diseño se muestra en su smartphone. Gracias a ello, Miguel puede estar actualizado sobre la evolucion que ha sufrido el proyecto, de cara a no perder tiempo en la jornada laboral.

**Tabla 42: Escenario #1**

**ESCENARIO #3: Resolución de una duda en un encuentro casual con un compañero del proyecto**

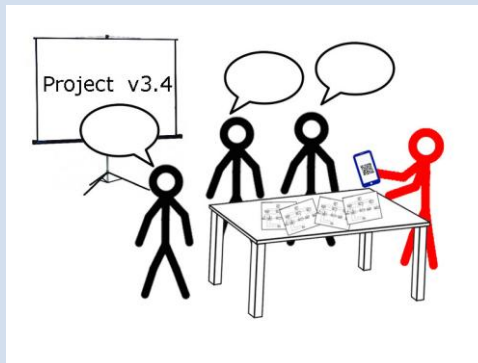




Andando por los pasillos de la oficina, Miguel se encuentra de manera casual con Juan, un compañero con el que trabaja en un importante proyecto de la empresa. Juan no entiende a qué se debe uno de los cambios efectuados en el diseño y, por ello, le pregunta al respecto a Miguel. Para resolver esta duda, en vez de tener que irse a otro lugar en donde disponer de toda la documentación en formato físico (Miguel no se sabe todos los cambios de memoria), Miguel saca su móvil, escanea el código QR (app comprueba que tiene privilegios para dicho proyecto) y ve el historial de cambios que ha sufrido el diagrama. De esta forma podrá contestar adecuadamente a Juan. Gracias a esta acción, Miguel evita pérdidas de tiempo innecesarias, además de no tener que ir cargado con toda la documentación en todo momento.

Tabla 43: Escenario #3

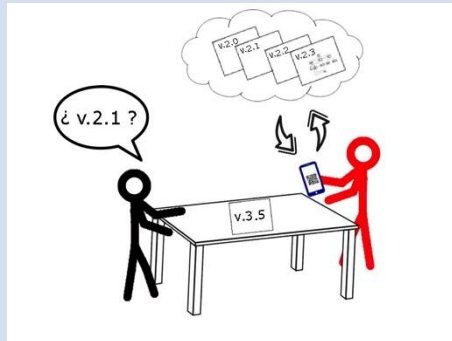
**ESCENARIO #4: Reunión sobre un proyecto en curso NO asignado previamente**



En un momento del día, el jefe de Miguel decide que participe en una reunión de un proyecto en curso, sobre el que no había tenido ninguna vinculación previa. Miguel quiere estar al día de la evolución que ha experimentado ese proyecto, para poder aportar ideas de forma activa teniendo una base sobre la que apoyarse. Para ello, en vez de solicitar toda la documentación física y desplegar todos los documentos sobre la mesa de reuniones; Miguel saca su móvil, escanea el código QR de la versión actual (previamente, a Miguel se le han dado permisos de acceso para ese proyecto), y accede a la historia del proyecto en la que puede comprobar su evolución. De esta manera, Miguel evita dar ideas desechadas en versiones anteriores y comprende con mayor perspectiva la evolución del proyecto.

Tabla 44: Escenario #4

**ESCENARIO #5: Reunión de seguimiento con el cliente**



En una reunión de seguimiento con un cliente, éste pregunta a Miguel acerca de una entidad de diseño añadida en una version temprana del proyecto. Miguel no se acuerda de las características de esa entidad ni de por qué se decidió añadir. Además, a Miguel le resulta imposible llevar encima toda la documentación asociada a cada reunión. Por ello, saca su smartphone, escanea el código QR presente en la ultima versión física (en papel) del diseño, y comprueba los cambios que ha sufrido esa entidad en la versión sobre la que pregunta el cliente. De esta manera, Miguel puede resolver la duda al cliente en esa misma reunión y de manera relativamente rápida, evitando así tener que emplear dicha reunion a buscar la documentacion asociada a esa versión y con la posibilidad de resolver un mayor número de dudas en la reunión.

**Tabla 45: Escenario #5**

*Definición de requisitos*

La definición de requisitos expresa las necesidades y la problemática a la que se debe dar solución, fruto de los escenarios vistos anteriormente. Los requisitos se clasifican en dos tipos:

- **Requisitos funcionales:** este tipo de requisitos describen los servicios que proporciona el sistema, indicando qué debe hacer el sistema y nunca dirigiendo su atención a aspectos técnicos de cómo debe hacerlo. También se conocen como requisitos de capacidad.
- **Requisitos no funcionales:** especifican la manera mediante la cual se alcanzan los objetivos marcados por los requisitos funcionales. Además definen las limitaciones del sistema. También se conocen como requisitos de restricción.

## DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL PROCESO DE DISEÑO

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Para la sucesiva definición de los requisitos se va a utilizar una adaptación de la plantilla establecida por Volere<sup>3</sup>. Referente a la plantilla propuesta por Volere, se decide eliminar el campo “conflicto”, porque al tratarse de una primera versión del proyecto, se considera que se va a evitar todo conflicto posible para tener una base sólida sobre la que poder evolucionar (no se descarta la inclusión de dicho apartado si el número de requisitos aumentara de manera considerable). De igual manera, se descarta el campo “satisfacción”, relativo al grado de satisfacción del cliente con el requisito, ya que se busca a través de las reuniones periódicas que todo requisito presente sea aprobado por el cliente de manera satisfactoria. Otro campo desechado para la adaptación, es el campo “dependencias”, debido a que la información representada por este campo se visualiza de una manera mejor en la matriz de trazabilidad, expuesta más adelante.

A continuación se muestra la plantilla adaptada con sus respectivos campos que se usa para definir los requisitos:

Campo	Descripción
Identificador	Descriptor unívoco del requisito. Se expresa mediante el formato R(F NF)-XX, donde “R” define la palabra “Requisito”, “F o NF” determina si se trata de un requisito “Funcional” o “No Funcional” y “XX” expresa el número identificativo asociado.
Nombre	Nombre que se le asigna al requisito
Descripción	Breve explicación del requisito especificado.
Fuente	Origen del requisito. Las fuentes contempladas son: <ul style="list-style-type: none"><li>• Cliente</li><li>• Otras aplicaciones</li></ul>
Prioridad	Grado de importancia que la fuente asigna al requisito. Dicho campo tiene tres valores posibles: <ul style="list-style-type: none"><li>• Muy alto</li><li>• Alto</li><li>• Medio</li></ul>

Tabla 46: Campos definición requisitos

<sup>3</sup> Fuente: <http://www.volere.co.uk/template.htm>

A continuación se presenta en forma de lista la definición de requisitos que han surgido en cada una de las iteraciones del proyecto. La especificación detallada de requisitos detallada se adjunta en el Anexo III. Especificación de requisitos.

### *Requisitos Funcionales*

A continuación se presenta la definición de los requisitos funcionales asociados al proyecto:

- RF-01: asignación móvil
- RF-02: vinculación diagrama/App
- RF-03: autenticación App
- RF-04: guardar contraseña
- RF-05: cerrar sesión
- RF-06: escaneo código QR
- RF-07: autenticación QR
- RF-08: impreso QR
- RF-09: asociación diagrama
- RF-10: consulta versión
- RF-11: crear comentario
- RF-12: crear respuesta comentario
- RF-13: usuario comentario/opinión
- RF-14: fecha comentario/opinión
- RF-15: consulta proyecto
- RF-16: lista reuniones
- RF-17: historial versiones
- RF-18: información general (proyecto)
- RF-19: lista equipo
- RF-20: información miembro equipo

### *Requisitos No Funcionales*

De forma análoga a los requisitos funcionales, a continuación se presenta la definición de los requisitos no funcionales:

- RNF-01: Android
- RNF-02: base de datos
- RNF-03: lenguaje familiar
- RNF-04: feedback
- RNF-05: prevención de errores
- RNF-06: errores descriptivos
- RNF-07: coherencia gráfica
- RNF-08: cámara móvil

- RNF-09: librería QR
- RNF-10: coherencia Layouts
- RNF-11: disponibilidad cerrar sesión
- RNF-12: formato fecha
- RNF-13: formato hora
- RNF-14: lenguaje servidor

### *Casos de uso*

En este apartado se presentan los casos de uso obtenidos a partir de los requisitos recogidos. Un caso de uso es la definición de los pasos a seguir por el usuario para realizar alguna tarea o proceso en la aplicación. A continuación se presenta la plantilla para la definición de los casos de uso:

CU-XX	
Nombre	
Descripción	
Precondiciones	
Pasos a seguir	

**Tabla 47: Especificación casos de uso**

Los campos deben rellenarse según las siguientes especificaciones:

- **Identificador:** Descriptor unívoco del caso de uso. Se expresa mediante el formato CU-XX, donde “XX” expresa el número identificativo asociado.
- **Nombre:** Nombre que se le asigna al caso de uso.
- **Precondiciones:** Define las condiciones previas necesarias para comenzar el proceso.
- **Pasos a seguir:** Describe de forma detallada los pasos a seguir para llevar a cabo el proceso asociado al caso de uso.

A continuación se muestra la definición de casos de uso basada en los requisitos obtenidos en el apartado anterior:

- CU-01: El usuario accede al sistema
- CU-02: El usuario procede a escanear código QR
- CU-03: El usuario consulta los comentarios de una versión
- CU-04: El usuario crea un nuevo comentario asociándolo a una versión
- CU-05: El usuario consulta las respuestas de un comentario
- CU-06: El usuario responde a un comentario
- CU-07: El usuario consulta los datos de un proyecto
- CU-08: El usuario consulta el historial de reuniones de un proyecto
- CU-09: El usuario consulta el historial de versiones de un proyecto
- CU-10: El usuario consulta el/los comentarios de una versión del historial de versiones
- CU-11: El usuario consulta la/s respuestas de un comentario de una versión del historial de versiones
- CU-12: El usuario consulta los miembros del equipo de un proyecto
- CU-13: El usuario consulta los datos generales de un proyecto

La especificación detallada de los casos de uso se encuentra en Anexo IV. Especificación de casos de uso.

### *Matriz de trazabilidad*

En este apartado se presenta la matriz de trazabilidad entre los requisitos funcionales y los casos de uso.

	CU-01	CU-02	CU-03	CU-04	CU-05	CU-06	CU-07	CU-08	CU-09	CU-10	CU-11	CU-12
RF-01	X											
RF-02		X										
RF-03	X											
RF-04	X											
RF-05	X											

DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL  
PROCESO DE DISEÑO

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

RF-06		X										
RF-07		X				X	X					
RF-08		X										
RF-09		X										
RF-10			X							X		
RF-11												
RF-12					X							
RF-13			X	X	X					X		
RF-14			X	X	X					X		
RF-15						X	X	X	X	X	X	X
RF-16								X				
RF-17									X			
RF-18												X
RF-19											X	
RF-20											X	

## Diseño

En esta sección se presentan las tecnologías utilizadas, la arquitectura del sistema elegida para la realización de la solución, así como el proceso seguido para el desarrollo de las distintas interfaces.

### *Diseño de la arquitectura*

Para el desarrollo de esta solución se ha decidido seguir el patrón arquitectónico “Modelo Vista Controlador”, o comúnmente conocido por sus siglas MVC [17]. Como su propio nombre indica, existen tres componentes claramente diferenciados, relacionados entre sí, de forma que se puede separar los datos de la App, de la interfaz y de su lógica de negocio.

Gracias a la utilización de este tipo de arquitectura, se facilita la división de tareas dentro del equipo de trabajo, haciendo que a su vez, de cara a proyectos futuros se puedan reutilizar diferentes componentes o librerías creadas en este proyecto. A continuación, se muestra cómo se relacionan cada uno de los componentes mencionados anteriormente dentro del proyecto (indicando las tecnologías elegidas para cada uno de ellos).



**Ilustración 9: Modelo Vista Controlador**

Cada uno de estos componentes se detalla de la siguiente forma:

- **Modelo:** Este componente hace referencia a las representaciones creadas en base a la información con la que tratara la aplicación. Se intentará cumplir al máximo el principio de desarrollo del software DRY o “Don’t Repeat Yourself” [18], teniendo



como máxima, reducir cualquier tipo de información redundante. De esta forma cada elemento solo debe tener una representación unívoca dentro del sistema. Así pues, la modificación de un único elemento del sistema, con implica el cambio de otras partes lógicas que no estén relacionadas con este. En el modelo se tiene en cuenta el empleo de una base de datos MySQL, donde se almacenará la información.

- **Vista:** La vista es la parte con la que puede interactuar el usuario, es decir, la interfaz de usuario o UI. Dichas interfaces están construidas sobre ficheros XML, y pueden separar la estructura del estilo tal y como lo hacen HTML y CSS.
- **Controlador:** Por un lado tenemos los datos, por otro las interfaces y por último necesitamos el controlador, que será el encargado de gestionar la lógica de la aplicación, de responder a eventos, peticiones del usuario, etc. El controlador estará formado por clases programadas en lenguaje PHP. Para esta aplicación la lógica de negocio es muy sencilla, simplemente hará peticiones a la BBDD y las devolverá en formato JSON a la vista para mostrar la información en la App.

Gracias a este tipo de modelos se puede obtener una aplicación escalable, construida mediante perfiles especializados que se encargarán de desarrollar cada uno de los componentes. De esta forma el diseñador gráfico no necesitará más que saber XML desentendiéndose de la lógica de negocio, y lo mismo ocurrirá con el encargado del modelado de datos y el del controlador.

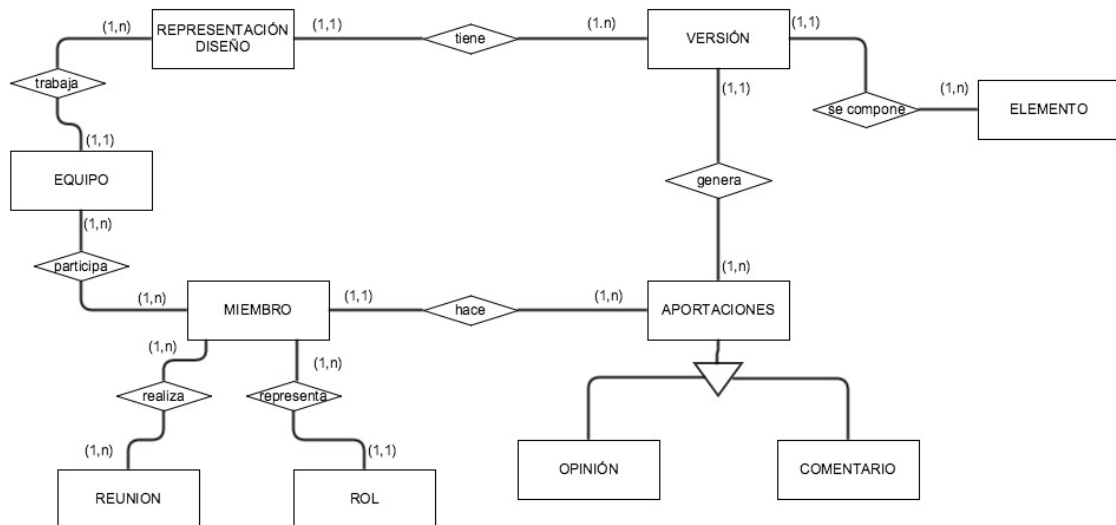
### *Modelo de datos*

Tras haber visto la arquitectura elegida para la App, a continuación se procede a la presentación del modelo de datos, donde se pueden diferenciar dos fases: el modelo de datos conceptual y el modelo de datos físico.

La definición del modelo de datos conceptual es la columna vertebral sobre la que se va a apoyar todo el proyecto, gracias a él podremos tener una primera imagen mental sobre funcionalidades, alcance, interfaces...

Para definir el modelo de datos se van a utilizar los conceptos de modelo conceptual y modelo físico. El modelo conceptual define la semántica del dominio, fundamentalmente las entidades y relaciones del modelo. Por otro lado, el modelo físico es una evolución del modelo conceptual donde ya se definen atributos, restricciones y tipos de datos.

A continuación se muestra el diagrama que representa el modelo de datos conceptual, representado como un diagrama entidad/relación :



**Ilustración 10: Modelo de datos conceptual**

Una vez desarrollado el modelo de datos conceptual se da el salto al modelo de datos físico. El modelo de datos físico, ira alojado en la parte del “modelo”, dentro de la arquitectura elegida (MVC). Sobre este modelo, la parte controladora arrojará todas las peticiones generadas por la vista, con el fin de nutrirse de datos para ser representados en la vista.

En todo momento se ha tenido en cuenta el deseo de querer vincular espacios físico (papel) con los virtuales, intentando diseñar el modelo de datos con la premisa de facilitar a posteriori la identificación de dichos espacios físicos dentro del espacio virtual.

Para este caso en concreto, el modelo de datos físico que se va a utilizar es el siguiente:

# DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL PROCESO DE DISEÑO

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

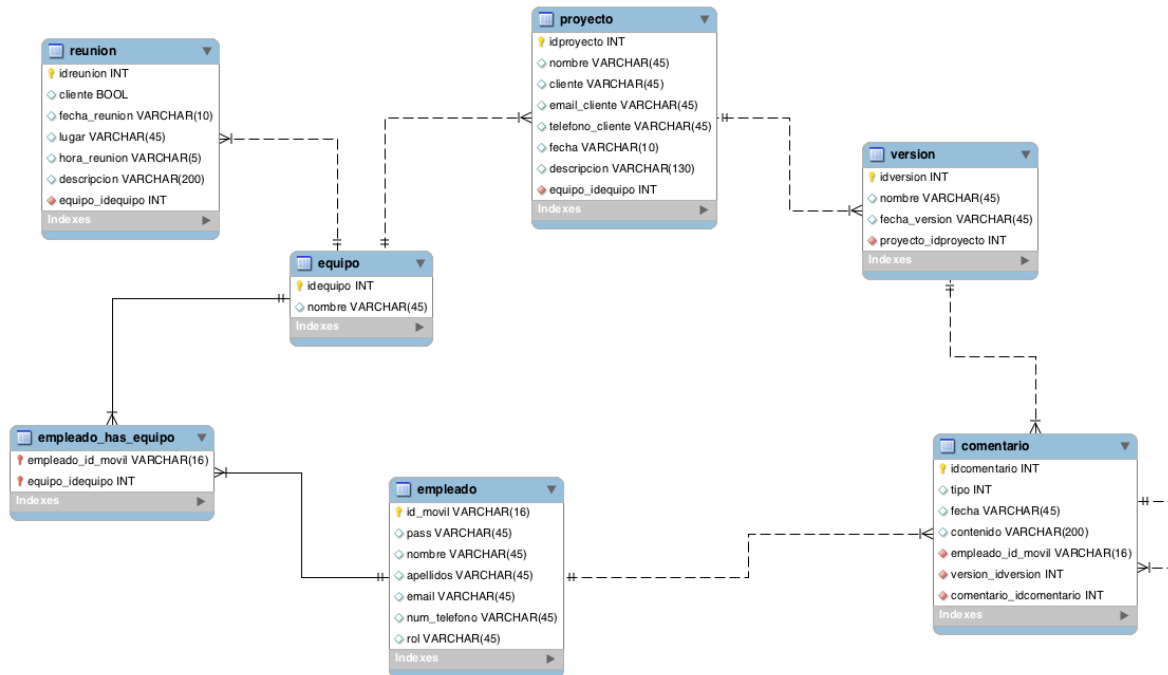


Ilustración 11: Modelos de datos físico

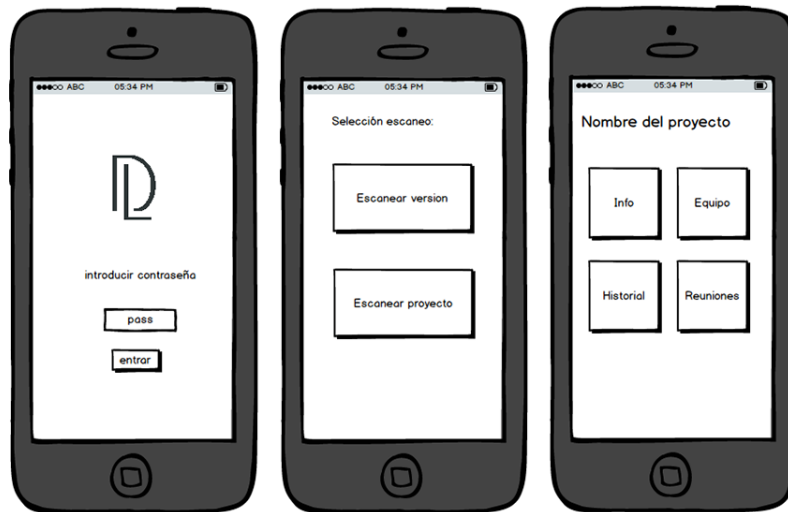
Debido a que se trata de una App donde su **principal tarea es la gestión de datos**, la importancia de tener unos modelos de datos estables es una pieza fundamental antes de comenzar con cualquier proceso de desarrollo.

## Interfaces

Después de haber definido el modelo de datos es el turno de definir cómo vamos representar toda la información alojada en el modelo a través de la vista. El diseño de la interfaz gráfica debido al ciclo de vida incremental e iterativo elegido para la consecución del proyecto, ha experimentado de progresiones, desde los simples bocetos hasta la interfaz final implementada.

### Iteración 1

A lo largo de esta primera iteración se presenta un wireframe con las principales vistas del sistema para ser implementadas. Se busca un diseño minimalista, adaptado a la versión web del sistema y cuyo enfoque siga las líneas de diseño del ecosistema Android para móviles.



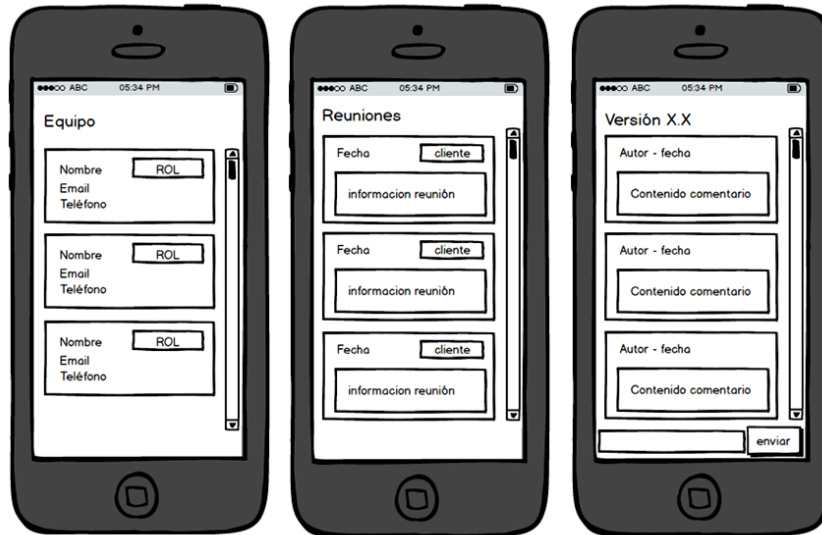
**Ilustración 12: Wireframe iteración 1: login, opciones escaneo proyecto y opciones del proyecto**

En Ilustración 12, se muestra un wireframe de las pantallas de login, y escaneo y proyecto respectivamente. Como tónica general al ser las tres primeras pantallas que el usuario se puede encontrar, se ha tratado de buscar un diseño en cual evitar elementos que puedan distraer al usuario. De manera que sea lea de una manera rápida las opciones disponibles.

En la iteración 1, se ha realizado una wireframe de todas las posibles interfaces que existieran dentro de la aplicación. En la siguiente imagen, se agrupan las interfaces que son modo “lista” en las que se va mostrar una lista de distintos recursos, y en las que se trata de seguir en todas el mismo patrón.

## DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL PROCESO DE DISEÑO

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID



**Ilustración 13: Wireframe iteración 1: equipo, reuniones y comentarios/versión**

Por ultimo se muestran los wireframe de las dos interfaces restantes.



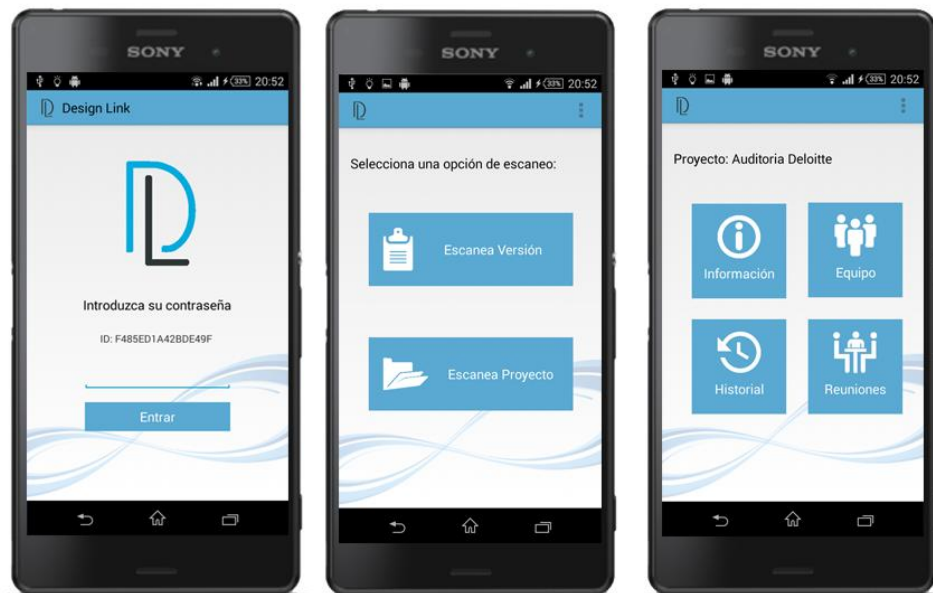
**Ilustración 14: Wireframe iteración 1: historial de versiones e info. proyecto**

Con esta primera aproximación de interfaces, se procede a elaborar una primera implementación en código en la iteración 2, para ver resultados más cercanos, pudiendo ver todas

las interfaces dentro de la plataforma final (móvil) y proporcionando la oportunidad de interactuar con ellos aunque la App todavía careciera de funcionalidad. Gracias a esto se ha podido ver aspectos del diseño de la interfaz como tamaños, combinación de colores y facilidad de uso.

## Iteración 2

Tras la implementación de los wireframe obtenidos en la primera iteración, los resultados obtenidos fueron los siguientes prototipos funcionales:



**Ilustración 15: Iteración 2 implementación: Login, opciones de escaneo proyecto y opciones del proyecto**

# DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL PROCESO DE DISEÑO

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID



Ilustración 16: Iteración 2 implementación: equipo, reuniones y comentarios/versión



Ilustración 17: Iteración 2 implementación: información proyecto e historial versiones

### Iteración 3

Una vez implementadas todas las interfaces y tener las primeras experiencias de usuario se decide hacer dos cambios para el prototipo final, respecto a las interfaces establecidas en la iteración 1.

El **primer cambio** reside en darle un enfoque más moderno a la interfaz de usuario, intentando **adaptarla** a la filosofía **Material Design** [19] desarrollada por Google. La principal diferencia respecto de la iteración 2 consiste en eliminar la interfaz de “opciones del proyecto” porque podría resultar confusa la experiencia de usuario, ya que tendría que estar “adelante-atrás” para poder interactuar con las diferentes opciones (reuniones, equipo, historial de versiones e información general) que se presentan al consultar un proyecto. Por todo ello, se decide agruparlas todas en una sola interfaz con pestañas tal y como indica Material Design, manteniendo el contenido individual de cada una de ellas. En la actualidad se puede ver como, aplicaciones del mercado actual con una gran cuota de usuarios, se han actualizado para seguir dicha filosofía (Facebook, Whatsapp, Gmail, etc). La interfaz resultante de agrupar las cuatro opciones sería la siguiente:



Ilustración 18: Iteración 3 implementación: Material Design (reuniones e información)

El **segundo cambio** tiene como finalidad **ahorrar tiempo al usuario** en la fase de escaneo del código QR. En la iteración anterior, estaba pensada para que a la hora de escoger si se consulta una versión en concreto o un proyecto, cada vez que se pulsaba en uno de los dos botones se



tenía que volver a escanear el código QR. Tras la discusión de este tema, se llegó a la conclusión de que si estas trabajando sobre una versión y quieres consultar el proyecto, lo mas probable (según hemos contemplado en los escenarios) es que el proyecto sea el que contiene a dicha versión, por lo que resultaría redundante volver a escanear el código. Por ello, se decide insertar una interfaz que sea simplemente de escanear el código y obtenga todos los datos relativos a la versión y al proyecto (a su vez también hace comprobación de privilegios) y se los pase a la interfaz de selección de consulta (versión o proyecto). De esta manera puedes entrar en la consulta de una versión y pasar a la consulta del proyecto que lo contiene sin tener que volver a escanear el código QR. La nueva interfaz añadida es la siguiente:



**Ilustración 19: Iteración 3 implementación: interfaz escaneo QR**

## Implementación

En esta sección se realiza una presentación de la organización del proyecto. A lo largo del apartado se va a tratar el entorno de desarrollo, librerías usadas y el sistema de archivos.

### *Entorno de desarrollo*

Referente al entorno de desarrollo, se pueden distinguir tres partes bien diferenciadas, coincidiendo con las distintas partes que se compone la arquitectura Modelo-Vista-Controlador. Es

## DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL PROCESO DE DISEÑO

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

por ello que se han utilizado diferentes instrumentos para cada una de las partes.

Para el desarrollo de la aplicación de Android (parte Vista), se ha decidido usar el IDE (entorno de desarrollo integrado) **Eclipse**, fue desarrollado por IBM y gracias al **plugin ADT** (Android Development Tools) se pueden desarrollar, compilar y ejecutar aplicaciones para el sistema operativo Android, de una forma rápida y eficaz.

A la hora de implementar la solución, Eclipse con el plugin ADT ofrece la posibilidad de emular el comportamiento de la aplicación desde el propio entorno. Si se desea acceder a características del dispositivo como puede ser la cámara de fotos, la herramienta permite a su vez comprobar la funcionalidad desde un dispositivo móvil que esté conectado mediante puerto USB al ordenador de desarrollo. Todas estas características ofrecen grandes ventajas al desarrollador, el cual puede ir observando y probando los cambios sin necesidad de construir la aplicación.

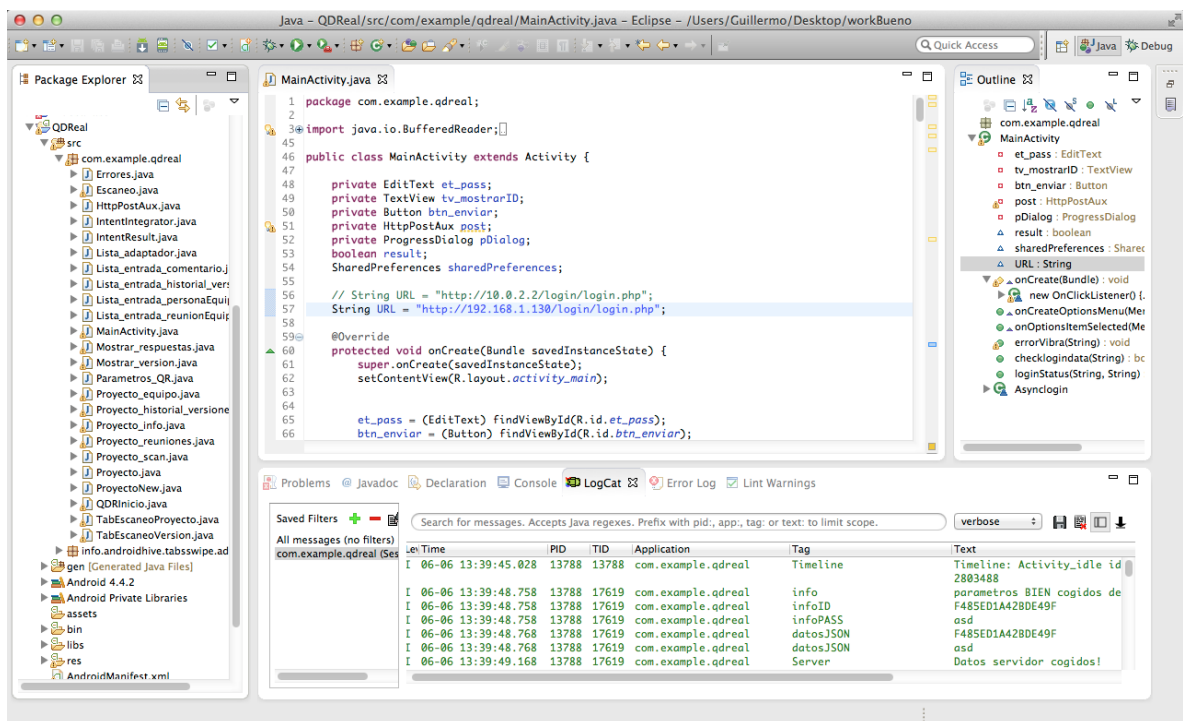


Ilustración 20: Entorno desarrollo Eclipse

Para desarrollar la parte Modelo y Controlador, se ha decidido utilizar la herramienta **XAMPP** que nos permite simular de **manera local** y fácil una base de datos **MySQL** (Modelo) gestionada por phpMyAdmin [20] y un **servidor web Apache** (Controlador).

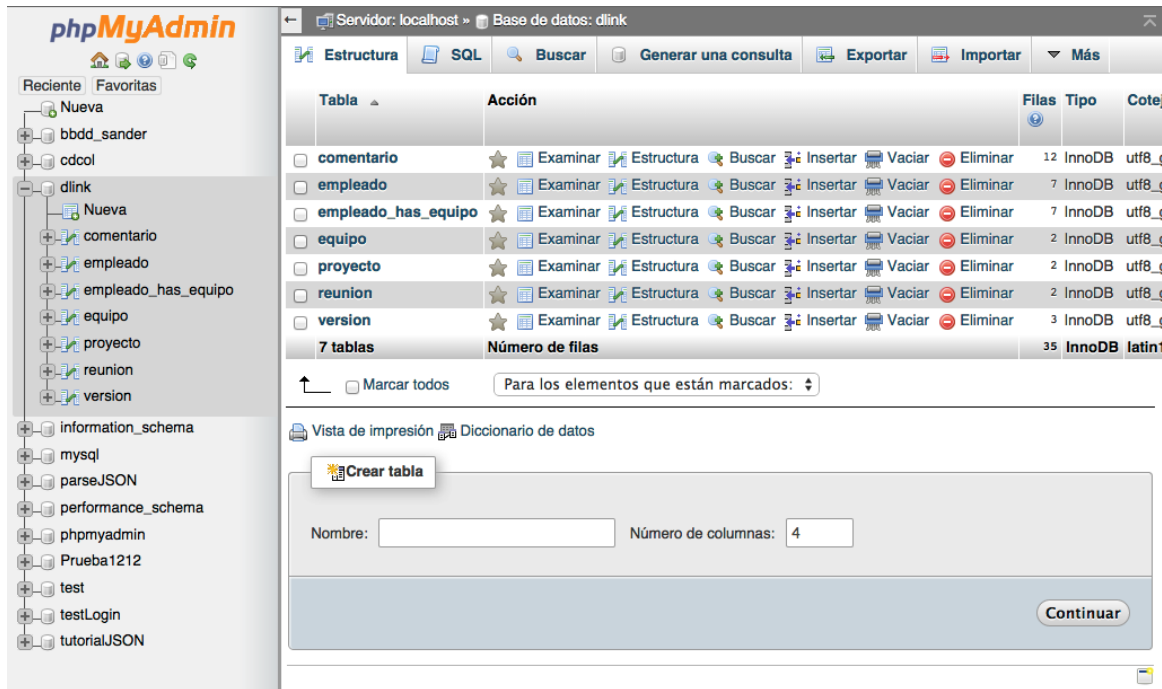


Ilustración 21: Gestor BBDD phpMyAdmin proporcionado por XAMPP

### Librerías

Como se comenta en Librerías QR, para poder **leer un código QR** es necesario incorporar una librería que interprete dicho código y muestre la información contenida de una manera legible con la que poder trabajar. Tras la comparativa realizada para saber cuál es la librería que representa la mejor opción para este proyecto, se elige la **librería ZXing**. En este caso, se añade al IDE Eclipse la librería para que se pueda hacer referencia desde nuestra aplicación en el proyecto creado en Eclipse.

Por otro lado, se ha utilizado distintas librerías “**http**” para el intercambio de datos entre la vista y el controlador. Dichas librerías son proporcionadas por **Apache Software Foundation**, e importadas al proyecto Android, con la finalidad de poder hacer uso de sus funcionalidades y conseguir una comunicación vía http con el servidor.

## 5 Evaluación

---

Esta sección tiene como objetivo comprobar que el desarrollo de la necesidad planteada ha sido satisfactorio, para ello se evalúa el prototipo con una serie de pruebas que lo verifiquen.

### 5.1 Proceso de evaluación

---

#### Plan de pruebas

A la hora de evaluar un producto, en este caso la aplicación desarrollada, hay dos puntos de vista muy importantes a tener en cuenta: verificación y validación.

- **Verificación:** Proceso de determinar si los productos de una determinada fase del desarrollo de software cumplen o no los requisitos establecidos durante la fase anterior. Es decir, comprobar si se ha realizado lo que se ha definido.
- **Validación:** Proceso de evaluación del software al final del proceso de desarrollo para asegurar el cumplimiento de las necesidades del cliente. Es decir, comprobar si lo que se ha hecho está bien hecho.

Para intentar ser un poco más claros y aplicándose a nuestro producto en concreto. Al comienzo del proyecto se hizo un análisis, y se redactaron unos requisitos que debería de cumplir la aplicación para satisfacer las necesidades. Cuando se comprueba que la aplicación cumple todos los requisitos, se dice que la aplicación ha sido verificada.

Después de obtener un prototipo verificado, se le presenta al cliente y mediante el uso de dicho prototipo, se comprueba que todos los requisitos que se han identificado cubren las necesidades del cliente por completo, entonces se dice que la aplicación ha sido validada.

Este paradigma lo podemos resumir entre hacer un producto **correcto (validar)** y **correctamente (verificar)**.

En este caso, el proceso de validación no es evaluable en esta solución, puesto que se trata de una solución en donde la funcionalidad requerida por el cliente va a ser evaluado por él mismo. Por ello sólo se han establecido una serie de pruebas que permitan verificar que el sistema cumple los requisitos básicos de calidad establecidos.

Para la definición de los casos de prueba se ha utilizado la siguiente plantilla:

CP-XX	
Nombre	
Precondiciones	
Pasos a seguir	
Verificación	

Tabla 48: Plantilla caso de prueba

Donde:

- **Identificador:** Descriptor unívoco del caso de uso. Se expresa mediante el formato CP-XX, donde “XX” expresa el número identificativo asociado.
- **Nombre:** Nombre que se le asigna al caso de prueba.
- **Precondiciones:** Define las condiciones previas necesarias para comenzar el proceso.
- **Pasos a seguir:** Describe de forma detallada los pasos a seguir para llevar a cabo el proceso asociado al caso de prueba.
- **Verificación:** Descripción del proceso que verifica la superación del caso de prueba.

### Casos de prueba

A continuación, se presenta la definición de los casos de prueba para la validación del proyecto. La especificación detallada se encuentra disponible en Anexo V. Especificación de casos de prueba.

- **CP-01:** Entrar en el sistema
- **CP-02:** Escanear código QR
- **CP-03:** Consultar comentario
- **CP-04:** Crear comentario
- **CP-05:** Consultar respuesta/s a comentario
- **CP-06:** Responder a un comentario
- **CP-07:** Consultar datos de un proyecto

- **CP-08:** Consultar reuniones de un proyecto
- **CP-09:** consultar historial de versiones de un proyecto
- **CP-10:** Consultar el/los comentarios de una versión del historial de versiones
- **CU-11:** Consultar la/s respuestas de un comentario de una versión del historial de versiones
- **CU-12:** Consultar los miembros del equipo
- **CU-13:** Consultar los datos generales de un proyecto

### *Matriz de trazabilidad*

En la siguiente tabla se muestra la matriz de trazabilidad entre los casos de uso y los casos de prueba.

	CU-01	CU-02	CU-03	CU-04	CU-05	CU-06	CU-07	CU-08	CU-09	CU-10	CU-11	CU-12	CU-13
CP-01	X												
CP-02		X											
CP-03			X										
CP-04				X									
CP-05					X								
CP-06						X							

CP-07							X						
CP-08								X					
CP-09									X				
CP-10										X			
CP-11											X		
CP-12												X	
CP-13													X

Tabla 49: Matriz de trazabilidad de casos de prueba

## 5.2 Análisis de resultados

Una vez se han ejecutado todos los casos de prueba, se presentan los resultados de cada caso de prueba:

Caso de prueba	Resultado
CP-01	Satisfactorio

CP-02	Satisfactorio
CP-03	Satisfactorio
CP-04	Satisfactorio
CP-05	Satisfactorio
CP-06	Satisfactorio
CP-07	Satisfactorio
CP-08	Satisfactorio
CP-09	Satisfactorio
CP-10	Satisfactorio
CP-11	Satisfactorio
CP-12	Satisfactorio
CP-13	Satisfactorio

Tabla 50: Resultados casos de prueba

Analizando los **resultados satisfactorios** obtenidos y fijándose en Tabla 49: Matriz de trazabilidad de casos de prueba, hace **verificar** que el producto desarrollado cumple con los objetivos marcados para este.



---

## 6 Conclusión

---

En esta sección del documento se exponen las conclusiones obtenidas tras la realización del proyecto. Se recogen las aportaciones realizadas, los trabajos futuros y los problemas encontrados durante la realización del mismo. Para finalizar, se incluyen las opiniones personales del autor de este proyecto.

### 6.1 Aportaciones realizadas

---

La principal aportación a este proyecto ha sido el diseño, desarrollo y puesta en funcionamiento de una aplicación móvil para el sistema operativo Android para poder vincular espacios físicos y virtuales en el proceso de diseño de un proyecto. Con la creación de la aplicación móvil se ha conseguido ofrecer al usuario un método rápido y sencillo para obtener información no contemplada en el diagrama en formato físico de las distintas versiones sobre las que trabajar en el proceso de diseño.

De igual manera, se han creado las bases para la obtención de nuevas versiones del producto adecuadas a las distintas plataformas móviles, gracias a la labor de investigación y elección de tecnologías para el desarrollo del producto.

### 6.2 Trabajos futuros

---

Las líneas de trabajo futuro para este proyecto deben estar orientadas a cuestiones de usabilidad y diseño.

En primer lugar, es recomendable realizar una evaluación con expertos en diseño y usabilidad de sistemas móviles para determinar las posibles deficiencias con las que cuente el sistema en estas dos facetas. Tras esta evaluación, se debe presentar la aplicación y realizar una nueva evaluación con los usuarios finales del sistema, de modo que se pueda obtener un feedback directo de las personas que van a utilizar la aplicación a diario.

Por otro lado, en la sección de consultar una versión las dos pestañas correspondientes con: “Alternativas” y “Acciones”, carecen de funcionalidad en esta versión debido al alcance de la misma, pero están pensadas para que en próximas versiones incluyan información sobre alternativas de diseño de forma gráfica y un historial de acciones realizadas sobre esa versión, respectivamente. Estas dos nuevas funcionalidades aportarían una mayor información sobre los diagramas y por lo tanto una mayor visión del conjunto a la hora de toma de decisiones y resolución de problemas.

Por último, se debería plantear como trabajo futuro la adaptación de las interfaces a los sistemas operativos móviles iOS y Windows Phone. Las decisiones tecnológicas y el patrón de

desarrollo utilizado ofrecen la posibilidad de realizar estas versiones en un periodo corto de tiempo.

### 6.3 Problemas encontrados

---

Es necesario destacar que a pesar de que el desarrollo del proyecto se ha llevado a cabo con éxito y se han cumplido los objetivos, el camino para conseguirlo no ha estado exento de dificultades:

- **Desconocimiento del desarrollo para Android:** A la hora de afrontar el desarrollo de una aplicación para el sistema operativo Android lo tenía como el mayor obstáculo a la hora de arrancar, si bien es verdad que durante la carrera se ha utilizado mucho el lenguaje Java, Android tiene particularidades que hacen que tengas que tener un periodo de aprendizaje para conocer las bases de sistema de archivos, reconocimiento de elementos, montaje del entorno de desarrollo... que aumentaron tiempo de implementación de la solución.
- **Montar el entorno:** Otra de las dificultades encontradas ha sido el montar toda la arquitectura, hasta entonces siempre que había participado en tareas de desarrollo, habían estado focalizadas en algún componente específico de la arquitectura (modelo-vista-controlador), pero nunca en montar de manera autónoma los tres componentes de manera que funcionen y haya comunicación entre ellos. A lo largo de la implementación del producto, se han realizado gran cantidad de pruebas de concepto para las distintas fases.

### 6.4 Opiniones personales

---

A la hora de enfrentarse al proyecto de fin de carrera, lo veía como el culmen de todos los años que llevo estudiando y que iba a suponer un esfuerzo y dedicación especial. Cuando elegí este proyecto la verdad que no tenía muy claro por donde empezar, mi cabeza lo tenía por un enorme folio en blanco que no sabía por donde empezar. En ese momento tengo que agradecer la ayuda de Sergio Herranz, quien empezó siendo mi tutor del proyecto pero que por motivos laborales no continuar hasta el final, y fue la persona que me quitó el miedo del folio en blanco y me proporcionó las guías para arrancar.

Durante el desarrollo del proyecto he pasado por una lesión, una operación, exámenes finales, entrevistas de trabajo, conseguir un puesto de trabajo, cambio de tutor del proyecto... pero gracias a todas esas situaciones que no son mas que la vida misma, ha generado una mejor capacidad de organización respecto a la que tenía antes de empezar el proyecto.

Por otra parte, desde el comienzo cuando supe que se trataba de desarrollar una aplicación en Android, lo tomé como un reto personal ya que iba a tener que aprender una tecnología que veo muy útil, pero ante la premisa de que todo el aprendizaje iba a ser de manera autónoma. Debido a

este aprendizaje autónomo, hace que uno se sienta más orgulloso del proyecto realizado, porque lo veo como un reto conseguido. Es decir, en el momento de elegir proyecto, podría haber escogido alguno que fuera desarrollo web, el cual he repetido a lo largo de la carrera varias veces y del tengo un año de experiencia laboral, pudiendo ahorrarme mucho tiempo de aprendizaje, pero decidí escoger este porque me iba a permitir conocer una tecnología nueva que yo creo, me abrirá nuevas puertas.

Como conclusión final, destacaría que me ha permitido entender todo el trabajo que hay detrás del desarrollo de una aplicación móvil, que no solo importa tener una buena interfaz gráfica. De la misma manera he visto la punta del iceberg de lo que puede llegar a ser el object hyperlinking en los próximos años y la oportunidad que se me ha presentado al poder conocerlo.

---

## 7 Bibliografía

---

- Luz del Carmen Vilchis, *Metodología del diseño: fundamentos teóricos.*, p. 107.
- 1]
- Kevin Ashton. (2009, Junio) Kevin Ashton | The Internet Of Things And Other Things.
- 2] [Online]. <http://kevinjashton.com/2009/06/22/the-internet-of-things/>
- Cisco. Internet of Things (IoT) - Cisco Systems. [Online].
- 3] <http://www.cisco.com/web/solutions/trends/iot/overview.html>
- Carlos Morales. (2013, Diciembre) ¿Cuál es el mejor smartphone de 2013? - Forbes
- 4] México. [Online]. <http://www.forbes.com.mx/cual-es-el-mejor-smartphone-de-2013/>
- H. Kato y K. T. Tan, "Pervasive 2d barcodes for camera phone applications," in *EEE*
- 5] *Pervasive Computing.*, 2007, vol. 6, pp. 76-85.
- Intermec Technologies Corporation. La revolución 2D La evolución de las necesidades y los
- 6] avances tecnológicos han derivado en el auge de los códigos de barras de dos dimensiones. [Online]. [http://www.intermec.es/learning/content\\_library/white\\_papers/localized/wpRevolucion2DES.pdf](http://www.intermec.es/learning/content_library/white_papers/localized/wpRevolucion2DES.pdf)
- (2012, Septiembre) ComScore. [Online]. <http://www.comscore.com/Insights/Press-Releases/2012/9/QR-Code-Usage-Among-European-Smartphone-Owners-Doubles-Over-Past-Year>
- 8]
- QR Code. [Online]. [http://en.wikipedia.org/wiki/QR\\_code](http://en.wikipedia.org/wiki/QR_code)
- 7]

- 9] ZXing Barcode Library. [Online]. <https://code.google.com/p/zxing/>
- 10] ZBar barcode reader. [Online]. <http://zbar.sourceforge.net/>
- 11] QrCode.Net. [Online]. <http://qrcodenet.codeplex.com/>
- 12] PHP QR Code. [Online]. <http://phpqrcode.sourceforge.net/>
- 13] The Apache Software Foundation. The Apache Software Foundation. [Online]. <http://www.apache.org/licenses/>
- 14] Ministerio de trabajo e inmigracion. (2009, Abril) Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado. [Online]. <http://www.boe.es/boe/dias/2009/04/04/pdfs/BOE-A-2009-5688.pdf>
- 15] Material Design. [Online]. <https://www.google.com/design/spec/material-design/introduction.html>
- 16] User journey. [Online]. [http://en.wikipedia.org/wiki/User\\_journey](http://en.wikipedia.org/wiki/User_journey)
- 18] (2014, Noviembre) Don't Repeat Yourself. [Online]. <http://c2.com/cgi/wiki?DontRepeatYourself>
- 17] Wikipedia. (2015, Mayo) Modelo-vista-controlador - Wikipedia. [Online]. <http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo%E2%80%93vista%E2%80%93controlador>

19] Material Design by Google. [Online]. <http://www.google.com/design/>

20] phpMyAdmin. [Online]. <http://www.phpmyadmin.net/>

### **Anexo I. Control de versiones**

<b>Versión</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>
<b>1.0</b>	27/10/2014	Redacción del capítulo 1: “introducción”
<b>1.1</b>	4/11/2014	Redacción del capítulo 2: “Estado de la cuestión”
<b>1.2</b>	11/11/2014	Redacción del capítulo 3: “Gestión de proyecto de software”
<b>2.0</b>	16/11/2014	Revisión parcial del documento
<b>2.1</b>	21/12/2014	Redacción del capítulo 4: “Solución”
<b>2.2</b>	8/1/2015	Redacción del capítulo 5: “Evaluación”
<b>3.0</b>	21/1/2015	Revisión parcial del documento
<b>4.0</b>	26/1/2015	Redacción del capítulo 6: “Conclusión”
<b>4.1</b>	2/2/2015	Redacción de anexos
<b>5.0</b>	5/2/2015	Revisión final del documento

## Anexo II. Seguimiento de proyecto fin de carrera

A lo largo de este anexo se presenta el seguimiento realizado durante la duración de este proyecto.

### Forma de seguimiento

Para la realización del seguimiento se acordó con el tutor la realización de varias reuniones en las que presento la evolución de la implementación y la documentación asociada al proyecto. Para ello, se ha utilizado la herramienta Project Libre.

### Planificación inicial

La planificación inicial recoge una duración del proyecto de 4 meses en la que se estima la duración de cada una de las fases del proyecto. Asimismo, se han diferenciado las tareas de creación del producto con las de la elaboración del documento asociado a este. En la Ilustración 22 se muestra la planificación inicial con las tareas presentadas en el apartado Plan de trabajo.

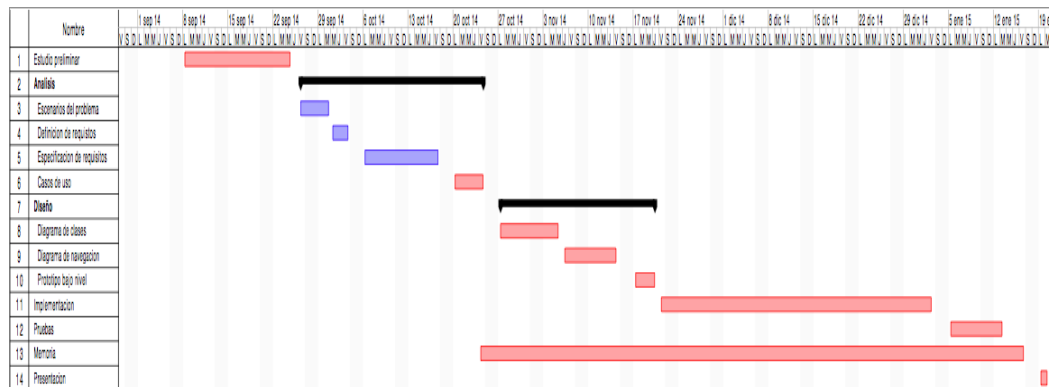


Ilustración 22: Gantt - Planificación inicial

### Planificación final

La planificación final recoge la duración real de cada una de las tareas asociadas al proyecto. Estos datos se muestran en Ilustración 23: Gantt - Planificación real:



# DESARROLLO DE UNA HERRAMIENTA PARA VINCULAR ESPACIOS FÍSICOS Y VIRTUALES EN EL PROCESO DE DISEÑO

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

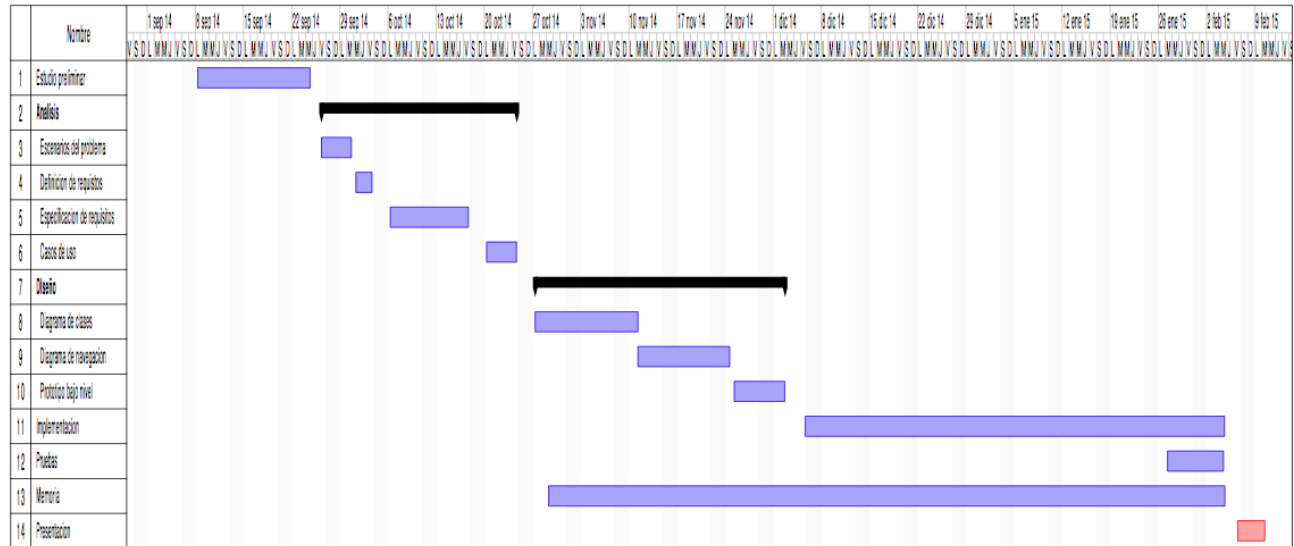


Ilustración 23: Gantt - Planificación real

## Estudio del seguimiento

Entre ambos diagramas (planificado y real) existe una desviación negativa, es decir se ha empleado más tiempo del planificado para poder finalizar el proyecto que el planificado inicialmente. Se puede comprobar que el retraso viene ocasionado en dos fases principalmente: en el diseño y en la implementación.

En la fase de diseño se produjo un retraso debido a que me tuve que someter a una intervención quirúrgica que no estaba prevista lo que conllevó el retraso del diseño de la aplicación.

Por otro lado en la parte de implementación se estimo de forma demasiado optimista, ya que se pensó que la curva de aprendizaje del lenguaje y entorno de Android iba a ser mas corta, motivos por los cuales la implementación sufrió un retraso de

Si se hace una visión global de la planificación, el primer **objetivo** que se busca es **comprender la evolución** que ha sufrido el proyecto a lo largo del tiempo, y descubrir si esta planificación ha sido correcta. De igual manera, no se han sufrido retrasos muy importantes, ya que la operación fue un imprevisto con el que no se contaba en la planificación inicial y la demora en la implementación solo supuso 12 días de retraso. Gracias a la realización de este proyecto, la capacidad para la estimación ha mejorado, haciendo que para próximos proyecto se ajuste la planificación inicial con el fin de conseguir una desviación positiva en el computo global.

### Anexo III. Especificación de requisitos

#### Requisitos no funcionales

RF-01			
Nombre	Asignación móvil		
Descripción	Cada usuario tendrá asociado como identificador el numero de ID del móvil proporcionado por la empresa provisto con cámara trasera.		
Fuente	Cliente	Prioridad	Alta

Tabla 51: RF-01

RF-02			
Nombre	Vinculación diagrama/App		
Descripción	El sistema servirá como plataforma de vinculación entre el diagrama en formato físico con los comentarios, aclaraciones y opiniones en formato digital relativos al diagrama en concreto.		
Fuente	Cliente	Prioridad	Alta

Tabla 52: RF-02

RF-03	
Nombre	Autenticación App

<b>Descripción</b>	El sistema dispondrá de un sistema de autenticación para entrar en la App, basado en el ID del móvil en el que se ejecuta la App y una contraseña asociada al mismo.		
<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Muy alta

Tabla 53: RF-03

RF-04			
<b>Nombre</b>	Guardar contraseña		
<b>Descripción</b>	El sistema guardará por defecto la contraseña una vez el usuario se autentique con éxito en la App, de manera que si el usuario no cierra sesión en la App, no se le volverá a solicitar de nuevo aunque se cierre la App.		
<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 54: RF-04

RF-05			
<b>Nombre</b>	Cerrar sesión		
<b>Descripción</b>	El sistema dispondrá de una opción accesible en todo momento para que la App se cierre y solicite la contraseña la próxima vez que se ejecute		
<b>Fuente</b>	Otras apl.	<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 55: RF-05

RF-06			
Nombre	Escaneo código QR		
Descripción	El sistema dispondrá de un botón que permitirá escanear un código QR a través de la cámara trasera del móvil.		
Fuente	Cliente	Prioridad	Muy alta

Tabla 56: RF-06

RF-07			
Nombre	Autenticación QR		
Descripción	El sistema realizará una comprobación cada vez que el usuario escanea un código QR, comprobando que el usuario (representado por el ID del móvil) esta asociado al diagrama que solicita.		
Fuente	Cliente	Prioridad	Muy alta

Tabla 57: RF-07

RF-08	
Nombre	Impreso QR
Descripción	Cada diagrama impreso en papel dispondrá de un código QR que la identifica de manera univoca al diagrama.

<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Muy alta
---------------	---------	------------------	----------

Tabla 58: RF-08

RF-09			
<b>Nombre</b>	Asociación diagrama		
<b>Descripción</b>	A través del código QR se podrá acceder (si se dispone de privilegios) a la información relativa a la versión escaneada o a la información del proyecto en el que esta incluido dicho diagrama.		
<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Muy alta

Tabla 59: RF-09

RF-10			
<b>Nombre</b>	Consulta versión		
<b>Descripción</b>	El usuario visualizará una lista de comentarios y respuestas a dichos comentarios asociados a la versión representada por el código QR. Se podrá acceder tras el escaneo de un código QR, o a través del historial de versiones.		
<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Muy alta

Tabla 60: RF-10

RF-11			
-------	--	--	--

<b>Nombre</b>	Crear comentario		
<b>Descripción</b>	El sistema deberá proporcionar la posibilidad de que un usuario pueda poner un nuevo comentario/aclaración a un diagrama de manera persistente.		
<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 61: RF-11

<b>RF-12</b>			
<b>Nombre</b>	Crear respuesta a comentario		
<b>Descripción</b>	El sistema deberá proporcionar la posibilidad de que un usuario pueda crear una respuesta a un comentario en concreto de manera persistente.		
<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 62: RF-12

<b>RF-13</b>			
<b>Nombre</b>	Usuario comentario/opinión		
<b>Descripción</b>	El sistema guardará de forma automática el autor de cada comentario/opinión.		
<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 63: RF-13

RF-14			
Nombre	Fecha comentario/opinión		
Descripción	El sistema guardará de forma automática la fecha y hora de un comentario/opinión.		
Fuente	Cliente	Prioridad	Media

Tabla 64: RF-14

RF-15			
Nombre	Consulta proyecto		
Descripción	Tras el escaneo del código QR, el sistema permitirá acceder a la información relativa al proyecto asociado a la versión escaneada. El usuario visualizará los siguientes datos del proyecto: lista de reuniones, historial de versiones, información general y lista compañeros trabajando sobre el proyecto.		
Fuente	Cliente	Prioridad	Muy alta

Tabla 65: RF-15

RF-16	
Nombre	Lista de reuniones

<b>Descripción</b>	El sistema mostrará un lista con el conjunto de reuniones celebradas con lo siguientes datos: fecha, lugar, descripción y si se contó con la presencia del cliente.		
<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 66: RF-16

RF-17			
<b>Nombre</b>	Historial de versiones		
<b>Descripción</b>	El sistema mostrará una lista con el historial de versiones, pudiendo acceder a la información relativa a estas.		
<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 67: Rf-17

RF-18			
<b>Nombre</b>	Información general (proyecto)		
<b>Descripción</b>	El sistema proporcionará los siguientes datos relativos al proyecto: cliente, correo del cliente, número de teléfono del cliente, fecha de entrega y breve descripción.		
<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 68: RF-18



RF-19			
Nombre	Lista de equipo		
Descripción	El sistema proporcionará una lista de compañeros que están trabajando en el equipo de trabajo del proyecto.		
Fuente	Cliente	Prioridad	Alta

Tabla 69: RF-19

RF-20			
Nombre	Información miembro equipo		
Descripción	En la lista de equipo, se mostrará la siguiente información relativa a cada miembro del equipo: nombre, apellidos, correo electrónico, numero de teléfono, y rol que desempeña dentro del equipo.		
Fuente	Cliente	Prioridad	Media

Tabla 70: RF-20

### Requisitos no funcionales

RNF-01	
Nombre	Android

<b>Descripción</b>	El sistema deberá implementarse en una aplicación para el sistema operativo Android para versiones 4.4 o superior.		
<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Muy alta

Tabla 71: RNF-01

<b>RNF-02</b>			
<b>Nombre</b>	Base de datos		
<b>Descripción</b>	La base datos será una base de datos MySQL		
<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Muy alta

Tabla 72: RNF-02

<b>RNF-03</b>			
<b>Nombre</b>	Lenguaje familiar		
<b>Descripción</b>	Las interfaces del sistema deberán usar un lenguaje familiar para los usuarios.		
<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 73: RNF-03

<b>RNF-04</b>			
---------------	--	--	--

<b>Nombre</b>	Feedback		
<b>Descripción</b>	El sistema proporcionará al usuario un feedback adecuado de dónde se encuentra dentro de la estructura de interfaces de la aplicación.		
<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 74: RNF-04

RNF-05			
<b>Nombre</b>	Prevención de errores		
<b>Descripción</b>	El sistema deberá minimizar la posibilidad de que el usuario entre en un estado inconsciente o de error.		
<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Alta

Tabla 75: RNF-05

RNF-06			
<b>Nombre</b>	Errores descriptivos		
<b>Descripción</b>	Los mensajes/alertas de error del sistema deberán ser descriptivos ayudando al usuario a salir de dicho error.		
<b>Fuente</b>	Otras apl.	<b>Prioridad</b>	Media

Tabla 76: RNF-06

RNF-07			
Nombre	Coherencia gráfica		
Descripción	La aplicación mantendrá una coherencia de colores y diseño a través de las diferentes interfaces.		
Fuente	Cliente	Prioridad	Alta

Tabla 77: RNF-07

RNF-08			
Nombre	Cámara móvil		
Descripción	El móvil proporcionado al usuario deberá disponer de cámara trasera.		
Fuente	Cliente	Prioridad	Muy alta

Tabla 78: RNF-08

RNF-09			
Nombre	Librería QR		
Descripción	El sistema deberá usar la librería Zxing para la lectura de códigos QR		
Fuente	Cliente	Prioridad	Muy alta

Tabla 79: RNF-09

RNF-10			
Nombre	Cerrar sesión		
Descripción	Se podrá acceder a la opción de cerrar sesión desde todas las interfaces menos desde la de autenticación		
Fuente	Cliente	Prioridad	Media

Tabla 80: RNF-10

RNF-11			
Nombre	Formato fecha		
Descripción	Las fechas que aparezcan en el sistema deberán seguir el siguiente formato dd-mm-aa.		
Fuente	Cliente	Prioridad	Media

Tabla 81: RNF-11

RNF-12	
Nombre	Formato hora
Descripción	Las horas que aparezcan en el sistema deberán seguir el siguiente formato hh:mm en formato 24 horas.

<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Media
---------------	---------	------------------	-------

**Tabla 82: RNF-12**

<b>RNF-13</b>			
<b>Nombre</b>	Lenguaje servidor		
<b>Descripción</b>	Se usará lenguaje PHP en la parte del servidor.		
<b>Fuente</b>	Cliente	<b>Prioridad</b>	Alta

**Tabla 83: RNF-13**

#### Anexo IV. Especificación de casos de uso

CU-01	
Nombre	Entrar en el sistema
Descripción	El usuario accede al sistema con su contraseña.
Precondiciones	El usuario se encuentra en la BBDD del sistema El usuario tiene una contraseña asignada
Pasos a seguir	<ul style="list-style-type: none"><li>- El usuario entra en la App desde el móvil de empresa</li><li>- El usuario introduce su contraseña</li><li>- Pulsa el botón entrar</li></ul>

Tabla 84: CU-01

CU-02	
Nombre	Escanear código QR
Descripción	El usuario debe escanear un código QR, impreso en un diagrama para acceder a la información relativa de dicho diagrama.
Precondiciones	El usuario se ha logueado en la App con éxito El código QR sigue las pautas establecidas en los requisitos
Pasos a seguir	<ul style="list-style-type: none"><li>- El usuario pincha en la imagen de escanear</li><li>- Escanea el código QR</li></ul>

Tabla 85: CU-02

CU-03	
Nombre	Consultar comentarios
Descripción	El usuario consulta los comentarios de una versión
Precondiciones	El usuario se ha logueado en la App con éxito Ha escaneado un código QR con éxito
Pasos a seguir	<ul style="list-style-type: none"><li>- El usuario pincha sobre el botón: “consulta versión”</li><li>- Se desplaza a lo largo de la lista para ver el elegido</li></ul>

Tabla 86: CU-03

CU-04	
Nombre	Crear comentario
Descripción	El usuario crea un comentario, asociándolo a una versión
Precondiciones	El usuario se ha logueado en la App con éxito Ha escaneado un código QR con éxito Ha pulsado el botón de consultar una versión
Pasos a seguir	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se posiciona sobre la barra inferior para que aparezca el teclado</li><li>- Escribe la respuesta</li><li>- Pincha en “enviar”</li></ul>

CU-05
-------



<b>Nombre</b>	Consultar respuestas comentario
<b>Descripción</b>	El usuario consulta las respuestas asociadas a un comentario
<b>Precondiciones</b>	El usuario se ha logueado en la App con éxito Ha escaneado un código QR con éxito Ha pulsado el botón de consultar una version
<b>Pasos a seguir</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se desplaza a lo largo de la lista para visualizar el comentario elegido</li><li>- Pincha sobre el comentario</li></ul>

Tabla 87: CU-05

CU-06	
<b>Nombre</b>	Responder a un comentario
<b>Descripción</b>	El usuario responde a la opinión expresada en un comentario de una versión específica
<b>Precondiciones</b>	El usuario se ha logueado en la App con éxito Ha escaneado un código QR con éxito Ha pulsado el botón de consultar una versión Ha pulsado sobre un comentario
<b>Pasos a seguir</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se posiciona sobre la barra inferior para que aparezca el teclado</li><li>- Escribe la respuesta</li><li>- Pincha en “enviar”</li></ul>

Tabla 88: CU-06

CU-07	
<b>Nombre</b>	Consultar datos de un proyecto

<b>Descripción</b>	El usuario accede a todos los datos asociados al proyecto que contiene la versión representada por el código QR escaneado
<b>Precondiciones</b>	El usuario se ha logueado en la App con éxito Ha escaneado un código QR con éxito
<b>Pasos a seguir</b>	- Pulsa sobre el botón “consultar proyecto”

**Tabla 89: CU-07**

<b>CU-08</b>	
<b>Nombre</b>	Consultar historial de reuniones
<b>Descripción</b>	El usuario accede al historial de reuniones del proyecto que contiene la versión representada por el código QR escaneado
<b>Precondiciones</b>	El usuario se ha logueado en la App con éxito Ha escaneado un código QR con éxito Ha pulsado “consultar proyecto”
<b>Pasos a seguir</b>	- Se posiciona sobre la tab “reuniones”

**Tabla 90: CU-08**

<b>CU-09</b>	
<b>Nombre</b>	Consultar historial de versiones
<b>Descripción</b>	El usuario accede al historial de versiones del proyecto que contiene la versión representada por el código QR escaneado
<b>Precondiciones</b>	El usuario se ha logueado en la App con éxito Ha escaneado un código QR con éxito Ha pulsado “consultar proyecto”

<b>Pasos a seguir</b>	- Se posiciona sobre la tab “historial”
-----------------------	---

**Tabla 91: CU-09**

<b>CU-10</b>	
<b>Nombre</b>	Consultar el/los comentarios de una versión del historial de versiones
<b>Descripción</b>	El usuario accede a los comentarios de una versión del historial de versiones del proyecto que contiene la versión representada por el código QR escaneado
<b>Precondiciones</b>	El usuario se ha logueado en la App con éxito Ha escaneado un código QR con éxito Ha pulsado “consultar proyecto” Está posicionado sobre la tab “historial”
<b>Pasos a seguir</b>	- Pulsa sobre el icono que representa un ojo de la versión que quiere consultar

**Tabla 92: CU-10**

<b>CU-11</b>	
<b>Nombre</b>	Consultar la/s respuesta/s de un comentario de una versión del historial de versiones
<b>Descripción</b>	El usuario accede a los comentarios de una versión del historial de versiones del proyecto que contiene la versión representada por el código QR escaneado
<b>Precondiciones</b>	El usuario se ha logueado en la App con éxito Ha escaneado un código QR con éxito Ha pulsado “consultar proyecto” Está posicionado sobre la tab “historial” Ha pulsado sobre el icono “ojo” de la versión a consultar

<b>Pasos a seguir</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se desplaza por la lista para consultar el comentario buscado</li><li>- Pulsa sobre el comentario</li></ul>
-----------------------	---

**Tabla 93: CU-11**

<b>CU-12</b>	
<b>Nombre</b>	Consultar los miembros del equipo
<b>Descripción</b>	El usuario accede a la lista de miembros que trabajan en el proyecto que contiene la versión representada por el código QR escaneado
<b>Precondiciones</b>	El usuario se ha logueado en la App con éxito Ha escaneado un código QR con éxito Ha pulsado “consultar proyecto”
<b>Pasos a seguir</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se posiciona en la tab “equipo”</li><li>- Se desplaza por la lista para consultar el miembro buscado</li></ul>

**Tabla 94: CU-12**

<b>CU-13</b>	
<b>Nombre</b>	Consultar los datos generales de un proyecto
<b>Descripción</b>	El usuario accede los datos informativos de carácter general del proyecto que contiene la versión representada por el código QR escaneado
<b>Precondiciones</b>	El usuario se ha logueado en la App con éxito Ha escaneado un código QR con éxito Ha pulsado “consultar proyecto”
<b>Pasos a seguir</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se posiciona en la tab “info”</li></ul>

**Tabla 95: CU-13**

## Anexo V. Especificación de casos de prueba

CP-01	
Nombre	Entrar en el sistema
Precondiciones	NULL
Pasos a seguir	<ul style="list-style-type: none"><li>- El usuario entra en la App desde el móvil de empresa</li><li>- El usuario introduce su contraseña</li><li>- Pulsa el botón entrar</li></ul>
Verificación	El usuario esta dentro de la App, listo para escanear un código QR

Tabla 96: CP-01

CP-02	
Nombre	Escanear código QR
Precondiciones	CP-01
Pasos a seguir	<ul style="list-style-type: none"><li>- El usuario pincha en la imagen de escanear</li><li>- Escanea el código QR</li></ul>
Verificación	El código QR se escanea de manera correcta y según privilegios, está listo para consultar los datos asociados al código QR o se le deniega el permiso.

Tabla 97: CP-02

CP-03	
Nombre	Consultar comentarios
Precondiciones	CP-01, CP-02 (con privilegios)
Pasos a seguir	<ul style="list-style-type: none"><li>- El usuario pincha sobre el botón: “consulta versión”</li><li>- Se desplaza a lo largo de la lista para ver el elegido</li></ul>
Verificación	Se muestra una lista con todos los comentarios asociados a la versión que representa el código QR.

Tabla 98: CP-03

CP-04	
Nombre	Crear comentario
Precondiciones	CP-01, CP-02 (con privilegios), CP-03
Pasos a seguir	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se posiciona sobre la barra inferior para que aparezca el teclado</li><li>- Escribe la respuesta</li><li>- Pincha en “enviar”</li></ul>
Verificación	Se muestra una lista con todos los comentarios asociados a la versión que representa el código QR.

Tabla 99: CP-04

CP-05
-------

<b>Nombre</b>	Consultar respuestas comentario
<b>Precondiciones</b>	CP-01, CP-02 (con privilegios), CP-03, CP-04
<b>Pasos a seguir</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- El usuario pincha sobre el botón: “consulta versión”</li><li>- Se desplaza a lo largo de la lista para ver el elegido</li></ul>
<b>Verificación</b>	Se muestra una lista con todos las respuestas asociados al comentario elegido.

**Tabla 100: CP-05**

<b>CP-06</b>	
<b>Nombre</b>	Responder a un comentario
<b>Precondiciones</b>	CP-01, CP-02 (con privilegios), CP-03, CP-04, CP-05
<b>Pasos a seguir</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se posiciona sobre la barra inferior para que aparezca el teclado</li><li>- Escribe la respuesta</li><li>- Pincha en “enviar”</li></ul>
<b>Verificación</b>	El comentario aparece en la lista de todas las respuestas de manera persistente.

**Tabla 101: CP-06**

<b>CP-07</b>	
<b>Nombre</b>	Consultar datos de un proyecto
<b>Precondiciones</b>	CP-01, CP-02 (con privilegios)

<b>Pasos a seguir</b>	- Pulsa sobre el botón “consultar proyecto”
<b>Verificación</b>	El usuario es redirigido a la interfaz con todos los datos relativos al proyecto dividida por pestañas.

**Tabla 102: CP-07**

<b>CP-08</b>	
<b>Nombre</b>	Consultar historial de reuniones
<b>Precondiciones</b>	CP-01, CP-02 (con privilegios), CP-07
<b>Pasos a seguir</b>	- Se posiciona sobre la tab “reuniones”
<b>Verificación</b>	Se muestra una lista con todas las reuniones celebradas y su respectiva información

**Tabla 103: CP-08**

<b>CP-09</b>	
<b>Nombre</b>	Consultar historial de versiones
<b>Precondiciones</b>	CP-01, CP-02 (con privilegios), CP-07
<b>Pasos a seguir</b>	- Se posiciona sobre la tab “historial”
<b>Verificación</b>	Se muestra una lista con todas las versiones existentes relativas al proyecto que representa el código QR



**Tabla 104: CP-09**

<b>CP-10</b>	
<b>Nombre</b>	Consultar el/los comentarios de una versión del historial de versiones
<b>Precondiciones</b>	CP-01, CP-02 (con privilegios), CP-07, CP-03. CP-04
<b>Pasos a seguir</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Pulsa sobre el icono que representa un ojo de la versión que quiere consultar</li></ul>
<b>Verificación</b>	Se muestra una lista con todos los comentarios asociados a la versión que el usuario ha seleccionado

**Tabla 105: CP-11**

<b>CP-11</b>	
<b>Nombre</b>	Consultar la/s respuesta/s de un comentario de una versión del historial de versiones
<b>Precondiciones</b>	CP-01, CP-02 (con privilegios), CP-07, CP-03. CP-04, CP-05, CP-06
<b>Pasos a seguir</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se desplaza por la lista para consultar el comentario buscado</li><li>- Pulsa sobre el comentario</li></ul>
<b>Verificación</b>	Se muestra una lista con todos las respuestas asociados al comentario que el usuario ha seleccionado

**Tabla 106: CP-11**

<b>CP-12</b>
--------------

<b>Nombre</b>	Consultar los miembros del equipo
<b>Precondiciones</b>	CP-01, CP-02 (con privilegios), CP-07
<b>Pasos a seguir</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se posiciona en la tab “equipo”</li><li>- Se desplaza por la lista para consultar el miembro buscado</li></ul>
<b>Verificación</b>	Se muestra una lista con todos los miembros del equipo de trabajo asociados al proyecto que representa el código QR

**Tabla 107: CP-12**

<b>CP-13</b>	
<b>Nombre</b>	Consultar los datos generales de un proyecto
<b>Precondiciones</b>	CP-01, CP-02 (con privilegios), CP-07
<b>Pasos a seguir</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Se posiciona en la tab “info”</li></ul>
<b>Verificación</b>	Se muestra una lista con todos datos informativos asociados al proyecto que representa el código QR

**Tabla 108: CP-13**

